PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

RegioneEmilia-Romagna

CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME

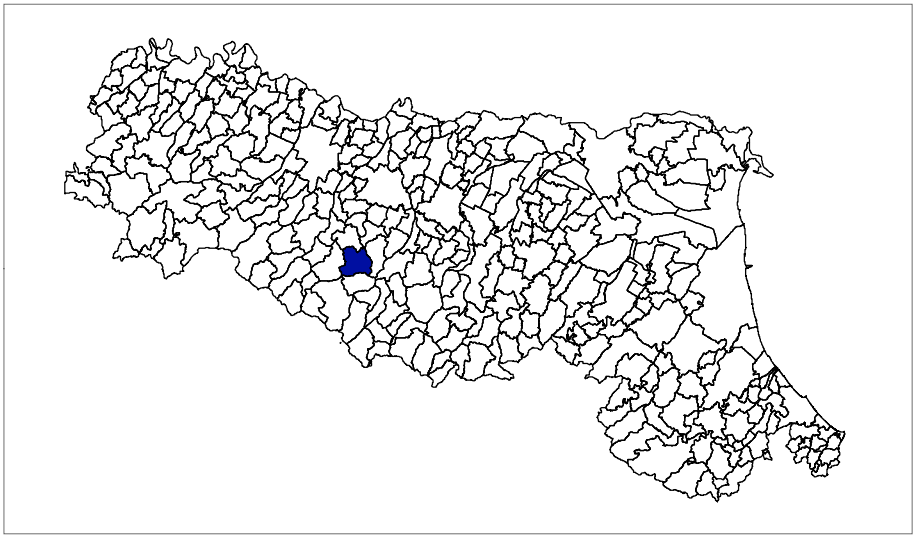
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA

Modellazione e caratterizzazione geologico sismica e geotecnica Relazione Tecnica Illustrativa

Regione Emilia-Romagna

Comune di Carpineti



Regione Emilia Romagna	Soggetto realizzatore	Amministrazione comunale *Sindaco:* Tiziano Borghi
Studio realizzato con il contributo di cui all'OCDPC 344/2016 *DET ER 20804/2017.* *Coordinamento della Regione Emilia-Romagna – Servizio Geologico* *Luca Martelli*	Studio Geologico CENTROGEO *Progetto:* Gian Pietro Mazzetti *Collaboratori:* Stefano Gilli Mauro Mazzetti	*Responsabile Settore Pianificazione ed Uso del Territorio:* Alex Lambruschi
		Data Aprile 2023

Provincia di Reggio Emilia

Comune di Carpineti

MICROZONAZIONE SISMICA MODELLAZIONE E CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO TECNICA E SISMICA

RELAZIONE TECNICA

SOMMARIO

1 INTRODUZIONE 1
2 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO 2
3 METODOLOGIA D'INDAGINE 4
4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE 6
4.2 Pericolosità sismica – Definizione del moto di riferimento 16
5 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE 18
6 MODELLAZIONE SISMICA 35
6.1 CARATTERISTICHE STRUTTURALI E SISMOTETTONICHE 35
6.2 INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO 35
6.3 Attività tettonica 38
7 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO 40
8 FORME, PROCESSI E DEPOSITI 43
8.1 Depositi di Versante sl 43
8.2 Depositi fluvio torrentizi 43
8.3 Depositi Crioniviali o da geliflusso 45
8.4 Depositi Eolici 46
8.5 Forme Strutturali 46
8.6 Forme carsiche 47
8.7 Processi superficiali 48
8.8 Processi di tipo lineare 48
8.9 Processi Profondi 49
8.10 Procetssi Antropici 50
8.11 Dinamica dei Versanti 51
9 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO 53
9.1 Caratteristiche idrogeologiche 53
9.2 Caratteristiche idrogeologiche 54
9.2.1 Serie Idrogeologica 54
9.3 Caratteristiche idrogeologiche territoriali 57
10 CARATTERI GEOLOGICO TECNICI 58
10.1 Caratteristiche litotecniche 58
10.2 Suscettività alla liquefazione 59
11 SEZIONI GEOLOGICHE 60
12 INTERPRETAZIONE ED INCERTEZZE/METODOLOGIA DI ELABORAZIONE DEI RISULTATI 61
12.1 Microtremori con la tecnica HVSR 62
12.2 Prospezione sismica a rifrazione attiva/passiva Re.Mi.-MASW/Re.Mi e Tomografia 2D. 62
13 PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO 64
13.1 Carta delle indagini 64
13.2 CARTA GEOLOGICO TECNICA 65
13.2.1 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEL TERRENO 67
13.3 Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs) 69
13.4 MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA O DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI 73
14 SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO 106
14.1 Carta delle indagini 109
15 CARTE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE – MICROZONAZIONE SISMICA 111
15.1 Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione massima orizzontale Fa.PGA 112
15.2 Carta dei fattori di amplificazione dell'intensità di Housner FH in termini di pseudovelocità nell'intervallo 0.1<T<0.5 sec 113
15.3 Carta dei fattori di amplificazione dell'intensità di Housner FH in termini di pseudovelocità nell'intervallo 0,5<T<1,0 sec 115
15.4 Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudoaccelerazione FA nell'intervallo 0.1<T<0.5 sec 116
15.5 Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudoaccelerazione Fa.FA nell'intervallo 0,4<T<0,8 sec 118
15.6 Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudoaccelerazione FA nell'intervallo 0,7<T<1,1 sec 119
15.7 LIVELLO DI PERICOLOSITA' SISMICA H_{SM} 120
15.8 Carta del livello di pericolosità H_{SM} intervallo 0,1<T<0,5 sec 121
16 RISENTIMENTO SISMICO - PERIODO FONDAMENTALE DI VIBRAZIONE PER MACRO-TIPOLOGIE DI FABBRICATI 122
17 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI 123
18 BIBLIOGRAFIA 124

ELABORATI

Tav. 1.1	Carta delle indagini	1:10.000
Tav. 1.2	Carta geologica	1:10.000
Tav. 1.3	Carta geologico - tecnica	1:10.000
Tav. 1.3.1	Sezioni geologiche	1:10.000
Tav. 1.4	Carta delle frequenze naturali dei terreni	1:10.000
Tav. 1.5	Carta delle Vsh	1:10.000
Tav. 1.6	Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)	1:10.000
Tav. 2.1.1/2.1.5	Carta di microzonazione sismica - FA PGA	1:5.000
Tav. 2.2.1/2.2.5	Carta di microzonazione sismica - FH 0,1 – 0,5 sec	1:5.000
Tav. 2.3.1/2.3.5	Carta di microzonazione sismica - FH 0,5 – 1 sec	1:5.000
Tav. 2.4.1/2.4.5	Carta di microzonazione sismica - FA 0,1 – 0,5 sec	1:5.000
Tav. 2.5.1/2.5.5	Carta di microzonazione sismica - FA 0,4 – 0,8 sec	1:5.000
Tav. 2.6.1/2.6.5	Carta di microzonazione sismica - FA 0,7 – 1,1 sec	1:5.000
Tav. 2.7.1/2.7.5	Carta di microzonazione sismica - HSM 0,1 – 0,5 sec	1:5.000

ALLEGATI

Indagini geognostiche e geofisiche di nuova esecuzione

Indagini geognostiche e geofisiche pregresse

1 INTRODUZIONE

L'individuazione delle condizioni del grado di sicurezza riferite al comportamento dei terreni durante un evento sismico e dei conseguenti possibili effetti locali, del territorio comunale di Carpineti (RE) è stata sviluppata mediante analisi di caratterizzazione e modellazione geologico – tecnica e della pericolosità sismica di base – azione sismica.

Tale disamina, finalizzata alla mitigazione del rischio sismico, è stata indirizzata alle valutazioni delle possibilità delle scelte d'uso urbanistico del territorio urbanizzato, di previsto sviluppo e delle fasce interessate dalle principali infrastrutture, del grado di vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio delle aree urbanizzate esistenti.

Le analisi sono state eseguite in ottemperanza ai dettati delle leggi nazionali, in riferimento alla L.R. RER N° 20 del 24/03/2000, DGR 1300/2016 – P.G.R.A., PTCP Reggio Emilia 2016, D.M. 17 - 01 – 2018, Delibera della Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n° 476 del 12 aprile 2021: *Aggiornamento dell'"Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale ed urbanistica (artt. 22 e 49 L.R. n. 24/2017)"* di cui alla deliberazione della Giunta Regionale 29 aprile 2019, n. 630, che integra anche la D.G.R. 1238/2020 e integrazione di detta deliberazione: DGR 564/2021, Allegato A.

Le analisi, elaborazioni, restituzioni cartografiche sono state sviluppate in riferimento agli standard di rappresentazione ed archiviazione informatica 4.2.

La Microzonazione Sismica di II° livello, realizzata con il contributo di cui all'OCDPC 344/2016, è stata sviluppata in coordinamento con il *Servizio Geologico Sismico e dei Suoli*, *Dr. Luca Martelli*, della **Regione Emilia Romagna**, l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza è stata elaborata in coordinamento con *Ing. Maria Romani* della **Regione Emilia Romagna.**

Le valutazioni di fattibilità per la riduzione del rischio sismico e delle scelte d'uso urbanistiche, sono state svolte in riferimento alle condizioni geologico strutturali e di risentimento sismico, delle tipologie dei processi morfogenetici, dell'estensione degli ambiti territoriali urbanizzati e delle zone di possibile sviluppo, principali insediamenti urbanizzati esistenti.

La determinazione della pericolosità sismica dell'area del Comune di Carpineti è stata sviluppata mediante la realizzazione delle carte di approfondimento sismico di primo livello per l'individuazione degli ambiti suscettibili di effetti locali in caso di sollecitazione sismica e delle carte di approfondimento sismico di secondo livello, per la definizione dei Fattori di Amplificazione correlati allo scuotimento sismico atteso al suolo, in riferimento alle indicazioni contenute nelle sopracitate DGR 476/2021 – DGR 564/2021, "I.C.M.S." indirizzi del Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province Autonome (Gruppo di lavoro MS, 2011), alle Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da amplificazioni, versione 2.0 della Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica, 2022.

Gli elaborati redatti rappresentano uno strumento base di indirizzo per le scelte urbanistiche in zone a riconosciuta minore pericolosità sismica e valutazioni delle eventuali

priorità di intervento per l'adeguamento/messa in sicurezza sismica del patrimonio edilizio esistente.

Le cartografie eseguite sono pertanto significativamente rappresentative per gli utilizzi ai fini della pianificazione a scala comunale e per le valutazioni del grado di sicurezza dei manufatti in essere in rapporto alle sollecitazioni sismiche che li possono interessare.

Tali analisi sono state sviluppate mediante rilevamenti ed indagini direttamente effettuati che hanno integrato ed approfondito quelle precedentemente eseguite nel contesto delle analisi del P.T.C.P. di Reggio Emilia visualizzati negli elaborati cartografici *di Riduzione del Rischio Sismico: Carta degli Effetti Attesi (Tav. 218 SO–218 SE–218 NE) e Carta del Dissesto (Tav. P6: 218100–218110–218140–218150–218160–218070)*; delle analisi e tavole del *Quadro Conoscitivo e Microzonazione di Primo Livello DGR 1677/2005*, *in applicazione del DM* 14/09/2005, *PSC di Carpineti 2008.*

La microzonazione sismica del territorio di Carpineti, è stata eseguita su commissione ***dell'Amministrazione Comunale di Carpineti, RE,*** Determinazione n°3 del 21/05/2018, *Geom. Fabio Ruffini, già Responsabile del Servizio Pianificazione Assetto ed Uso del Territorio.*

La microzonazione sismica del territorio di Carpineti, realizzata con il *contributo di cui all'OPCM* 344/2016, DGR 2188/2016, è stata sviluppata in coordinamento con *il Servizio Geologico, Sismico e dei suoli, Dr. Luca Martelli, Ing. Maria Romani, della Regione Emilia Romagna, Servizio Pianificazione Territoriale e Cartografica della Provincia di Reggio Emilia, Urbanistica – Edilizia Privata – Lavori Pubblici del Comune di Carpineti.*

Le rilevazioni in sito ed elaborazioni sono state effettuate da Dr. A. Arbizzi, Dr. M. Boccaletti, M. Mazzetti, C. Mazzetti, Dr. S. Gilli, Dr. G.P. Mazzetti, dello studio Geologico *Centrogeo*, Correggio.

Le elaborazioni GIS sono state eseguite da Dr. Stefano Gilli.

2 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il territorio comunale di Carpineti con superfice di 89,6 kmq, appartiene alla media Val Secchia ed è delimitato a sud dal tratto del Fiume Secchia circa da Falbio a La Gatta; da quest'ultima si estende in direttrice nord - nord ovest sino a Cà Del Rosso proseguendo poi a nord assecondando il Rio Spirola sino al M.no Di Gnana dal quale si estende a nord est – est concordemente all'omonimo Fosso sino a Cà di Barucca; successivamente si orienta a nord verso Monchio di Felina e prosegue in direzione di Parciana – Colombaia – Stetta – Felina Matta – Rio Faggio Grosso – Rio Boastra sino a sud di Costa Medolana dove assume direzione est – nord est verso Migliara dalla quale di orienta ad est sino circa a Poncema e successivamente si dirige a sud sino a Paulli – Camichhia – Croveglia – Buramedia; prosegue poi in direzione nord sino al Rio Burano dal quale si orienta ad est verso Pulpiano ed a meridione dello stesso si dirige a sud – sud est sino a Zoccadello – C. Marcuzzo – Magliatica dalla quale si orienta a meridione verso Tersarine/Cà di Merlotto e prosegue a sud sino a Favale e successivamente si dirige a sud est – sud sino a S. Salvatore – C. Usone da cui si dirige a sud – sud ovest sino alla SP n°64 via Bebbio dalla quale prosegue a sud ovest assecondando l'andamento del Fosso di Falbio sino al F.Secchia.

Il territorio comunale in analisi appartiene alle sezioni:

MAROLA N°21801
PANTANO N°218114
ONFIANO N°218111
VALESTRA N°218123
ROMAGNANO N°218112
CARPINETI N°218113
FELINA N°218102
PONTONE N°218141
SAVOGNATICA N°218154
CASTELDALDO N°218151
SAN CASSIANO N°218164
CAVOLA N°218153
GATTA N°218152

delle basi topografiche in scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale Emilia Romagna; dette sezioni appartengono, per quanto riguarda la cartografia IGM, al F° MODENA N° 86, Zona 32 T, quadrato PQ.

Le quote assolute che identificano il territorio sono comprese tra gli 935 – 893 – 900 - 988 m slm di M. Valestra del crinale M.S. Vitale – Castello – M. Bauzola – Crocetta – M. Fosola, 780 – 811 m slm e crinale di Marola, 800 – 827 m slm del crinale M. Le Borelle – M. Portola, 710 – 741 – 694 m slm del crinale M. Ferrara – M. Coste – M. Arno, e le quote di minimo corrispondenti a 381 – 300,9 m slm nel fondovalle del F. Secchia.

Le quote prevalentemente rappresentate nel territorio comunale sono generalmente comprese tra 500 e 650 m slm.

Le quote relative inferiori si riscontrano in corrispondenza dell'asta del T. Secchia nel quale variano tra 381 e 300 m slm rispettivamente da Gatta a sud di Falbio, valori di medio minimi relativi sono presenti lungo l'asse del T. Tresinaro con quote comprese tra 480 e 340 m slm tra Cigarello e Zoccadello; in corrispondenza dell'asta del T. Tassobbio le quote variano tra 700 e 575 m slm. Le quote medie minime inferiori di 450 ÷ 500 m slm caratterizzano il settore meridionale in sinistra Secchia.

I pronunciati dislivelli presenti in diffuse zone nel territorio comunale, quali quelli osservabili tra l'alveo del F. Secchia ed il crinale M. Fosola – Castello – M. Valestra, tra i crinali di Marola e M. Ferrara – M. Arno e T. Tresinaro, conseguono dal diverso grado di resistenza all' erosione delle rocce che formano l'area comunale e del loro assetto strutturale, da movimenti tettonici medi e recenti che hanno interessato la media Val di Secchia e dalle diverse condizioni climatiche che hanno coinvolto l'area in narrativa in passato.

3 METODOLOGIA D'INDAGINE

L'analisi delle condizioni territoriali si è attuata mediante un rilevamento geologico – geomorfologico tecnico, eseguito sia con esame foto interpretativo delle foto S.T.B. RE/BN (2004) in scala 1:15.500 aprox, che con rilievi diretti, restituiti su base cartografica in scala 1:5000, indagini geognostiche e prospezioni geofisiche, che hanno localmente integrato la Carta Geologica R.E.R., pubblicata dal *Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione Emilia Romagna*.

Per quanto riguarda la sequenza litologica si è fatto riferimento alle classificazioni riportate nella Cartografia Geologica progetto *CARG: Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico d'Italia*.

L'analisi d'insieme delle condizioni di stabilità degli ambiti territoriali sede dei principali insediamenti urbanizzati e quelli oggetto delle possibili direttrici di sviluppo edificatorio, si è redatta in riferimento alle caratteristiche delle forme e processi e del dissesto identificate nella Carta dell'Inventario del Dissesto della Provincia di Reggio Emilia del PTCP e Carta Inventario delle Frane RER. Le disamine relative alle suddette zone sono state integrate dai parametri geomeccanici desunti da indagini geognostiche effettuate da *AA. VV*. nel territorio, da sondaggi meccanici, prove penetrometriche e prospezioni geofisiche a rifrazione.

Le sopra descritte informazioni, hanno consentito una definizione generale della caratterizzazione geotecnica d'insieme delle unità litologiche significative presenti nel territorio comunale e di valutare, unitamente all'analisi dell'assetto topografico delle basi CTR E.R. in scala 1:5000 lo spessore di massima dei terreni che formano le coperture quaternarie; l'elaborazione della carta delle pendenze, in funzione dei dislivelli topografici, ha permesso di individuare le parti del territorio nelle quali le condizioni morfologiche possono determinare effetti sul moto sismico in superficie.

Tali dati hanno costituito la documentazione base per la microzonazione sismica degli ambiti territoriali a densità edificatoria maggiore e delle relative zone oggetto delle direttrici di sviluppo, ambiti di nuovo insediamento, da riqualificare, da trasformare, dell'urbanizzato esistente.

In relazione alla tutela e mitigazione degli effetti nelle zone costituite da rocce serbatoio formanti acquiferi che alimentano sorgenti, si è fatto riferimento all'elaborato: *Zone di protezione delle acque sotterranee in territorio collinare – montano*, P10a Tav. 218 SO 2018 SE del PTCP RE, che visualizza l'ubicazione degli ammassi rocciosi con caratteristiche di rocce serbatoio nelle quali si immagazzinano gli afflussi idrici, le possibili zone di alimentazione delle sorgenti.

In tale contesto sono inoltre state utilizzate le elaborazioni di carattere litologico strutturale integrate delle indagini effettuate nel presente studio di Microzonazione Sismica a corredo di detto piano.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica dei tipi rocciosi affioranti e delle coperture sono state eseguite prospezioni geofisiche con metodo sismico integrato a rifrazione

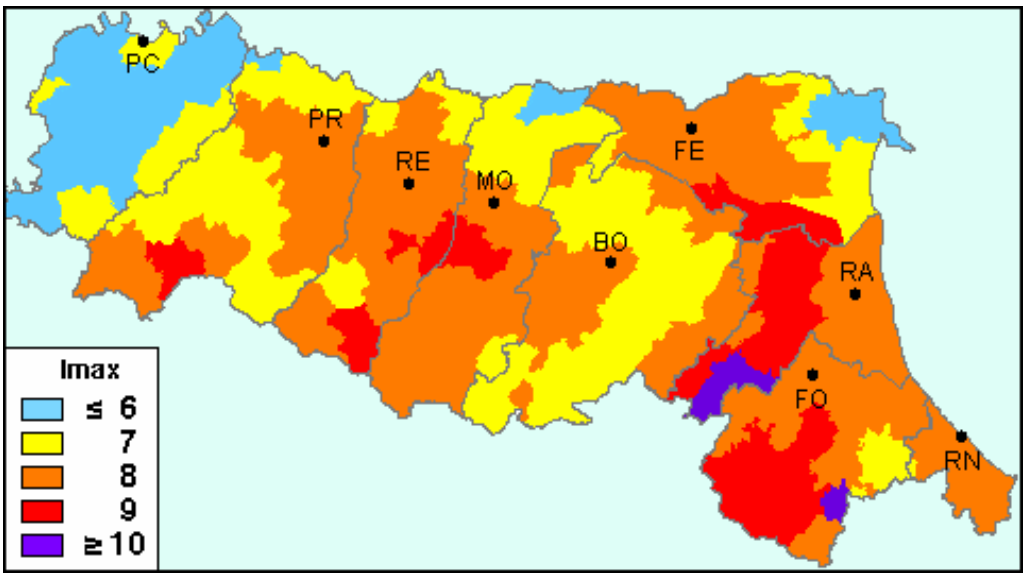
sia passiva (Re.Mi.) che attiva (MASW), di seguito più in dettaglio descritte, ed acquisizioni di microtremori ambientali a stazione singola (HVSR)

Alle rilevazioni di campagna ed elaborazioni cartografiche hanno collaborato *Dr. A. Arbizzi, Dr. M. Boccaletti, D.i. M. Mazzetti, D.A. C. Mazzetti, Dr. S. Gilli*, *Dr. G.P. Mazzetti, Centrogeo Survey S.n.c.*

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La sismicità del territorio, prevalentemente correlata a meccanismi focali distensivi e trascorrenti nelle strutture superficiali (primi 15 km), principalmente è connessa a meccanismi focali compressivi e compressivo trascorrenti nelle zone origine di media profondità (15 ÷ 25 km) e profonde (≥25/30 km).

Nell'ambito in cui ricade il territorio comunale di Carpineti (RE) il catalogo delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani, valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA, elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile *(D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise, 1996)* documenta eventi sismici giungenti al 8° grado della Scala *Mercalli - Cancani – Sieberg*, con magnitudo massima corrispondente ad M = 5,6 ÷ 5,8 , come evidenziato nella seguente figura:

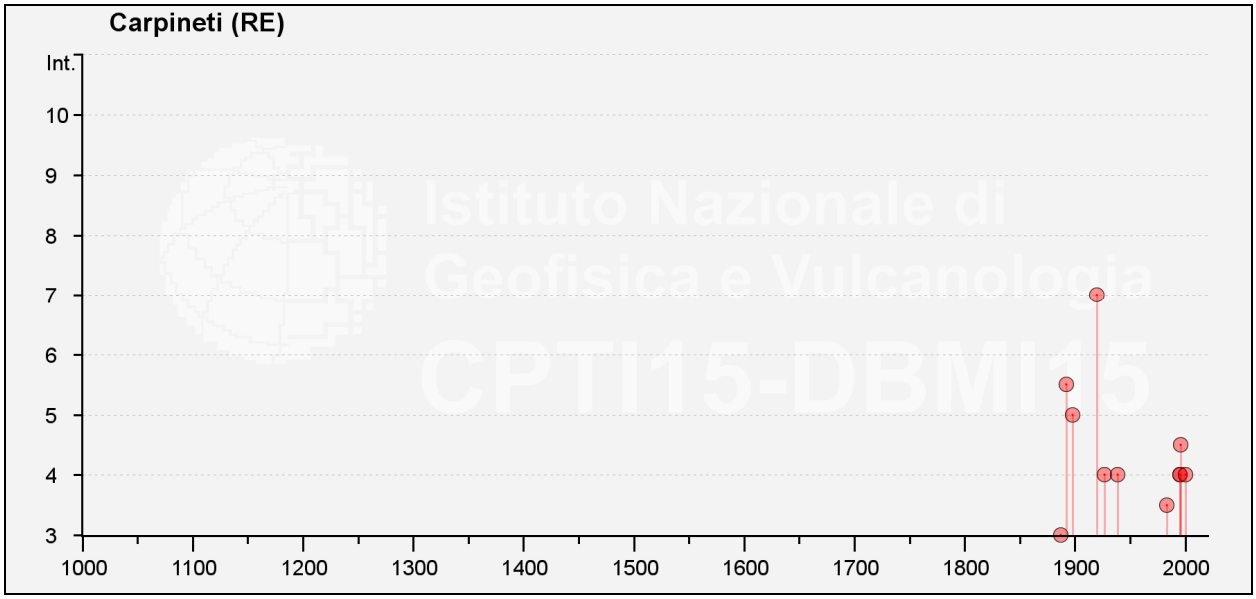


Nell'area a cui appartiene il territorio di Carpineti, RE, il *Database Macrosismico DBMI15* utilizzato per la compilazione del *catalogo parametrico CPTI15* (*a cura di Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15*) documenta gli eventi sismici di seguito riportati:

Storia sismica di Carpineti

Numero di eventi: 28

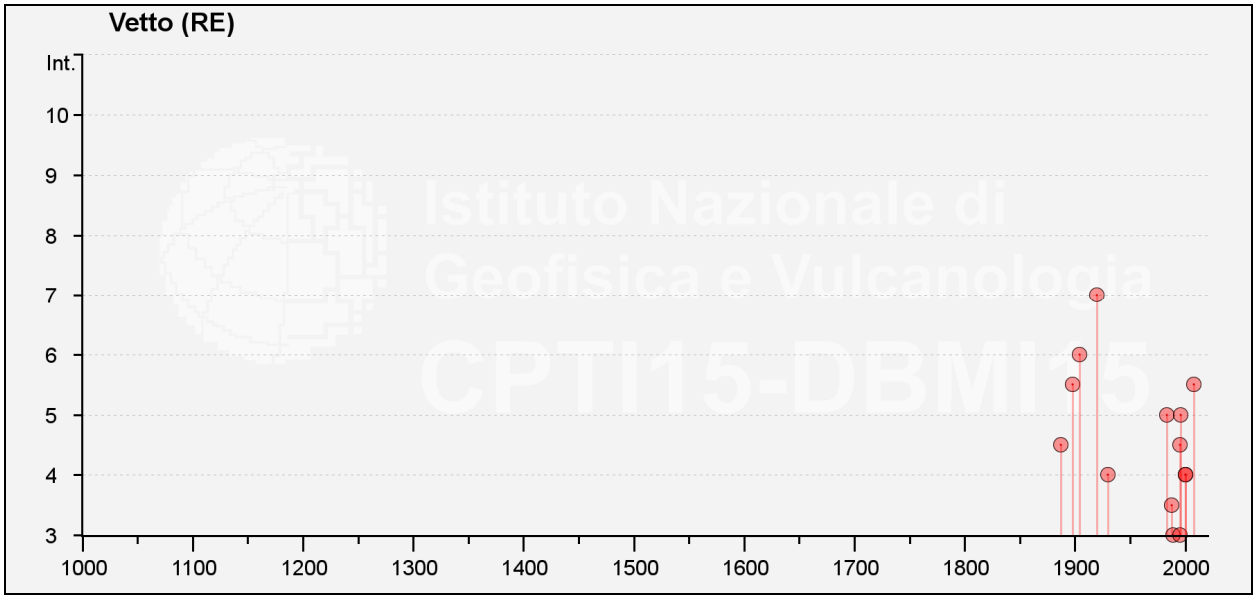
Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	**Anno Me Gi Ho Mi Se**	**Area epicentrale**	**NMDP**	**Io**	**Mw**	
7	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53	
D	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36	
5-6	1892 05 17 03 08 1	Carpineti	28	5	4.28	
5	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37	
4-5	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38	
4	1927 11 20 10 24 1	Appennino reggiano	16	5	4.29	
4	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4.96	
4	1995 08 24 17 27 3	Appennino pistoiese	56	6	4.45	
4	1995 12 31 21 29 4	Appennino reggiano	96	4-5	4.51	
4	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22	
3-4	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04	
3	1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27	
2-3	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82	
2	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10	
2	1921 05 07 06 15	Lunigiana	19	6	4.64	
2	1922 08 02 21 13	Frignano	21	5	4.32	
NF	1895 05 18 19 55 1	Fiorentino	401	8	5.50	
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5.34	
NF	1912 09 12 21 15	Carpi	13	4	3.76	
NF	1913 02 13 16 39	Corno alle Scale	26	5	4.18	
NF	1957 10 25 23 02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27	
NF	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81	
NF	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06	
NF	1997 12 24 17 53 1	Garfagnana	98	5	4.33	
NF	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40	
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23	
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30	
NF	2002 06 19 22 11 1	Frignano	52	3	4.03	



Storia sismica di Vetto

Numero di eventi: 24

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	**Anno Me Gi Ho Mi Se**	**Area epicentrale**	**NMDP**	**Io**	**Mw**	
7	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53	
6	1904 02 25 18 47 5	Reggiano	62	6	4.81	
5-6	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37	
5-6	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36	
5	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04	
5	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38	
4-5	1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27	
4-5	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82	
4	1930 05 24 22 02	Appennino tosco-emiliano	43	5	4.91	
4	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40	
4	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22	
F	1913 11 25 20 55	Appennino parmense	73	4-5	4.65	
3-4	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57	
3	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04	
3	1995 03 03 16 16 4	Lunigiana	43	5	4.20	
2	1957 10 25 23 02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27	
NF	1893 10 20 20 15	Appennino parmense	25	4-5	4.04	
NF	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10	
NF	1937 09 17 12 19 0	Parmense	34	7	4.77	
NF	1967 04 03 16 36 1	Reggiano	45	5	4.44	
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43	
NF	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06	
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23	
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30	

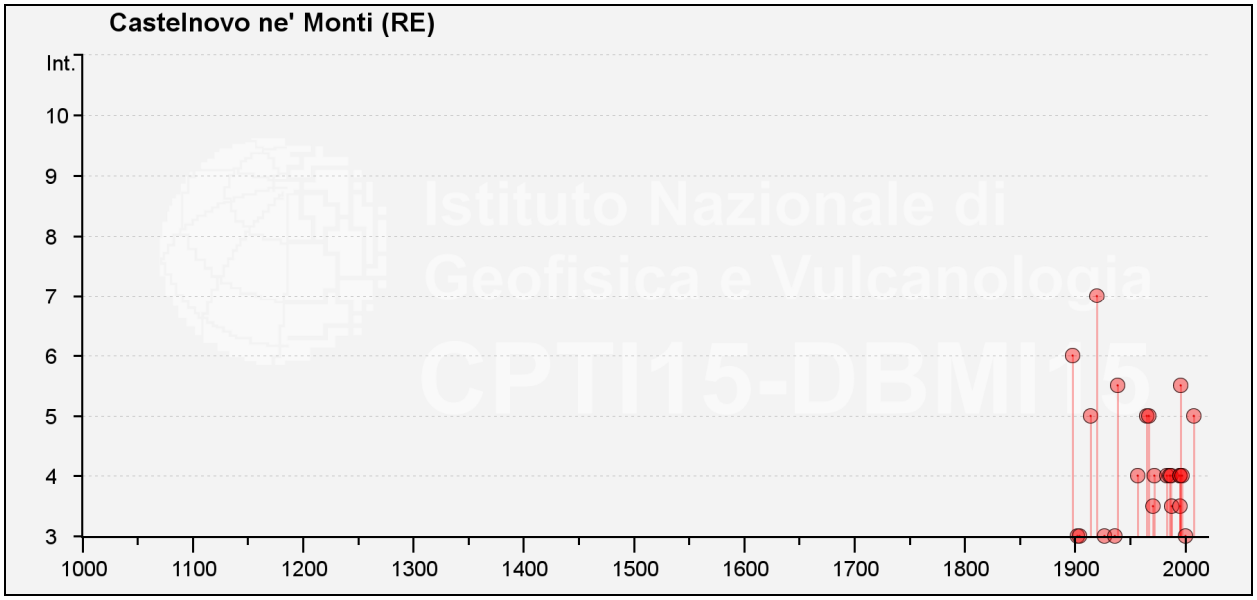


Storia sismica di Castelnovo ne' Monti

Numero di eventi: 36

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	**Anno Me Gi Ho Mi Se**	**Area epicentrale**	**NMDP**	**Io**	**Mw**	
7	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53	
6	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37	
5-6	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4.96	
5-6	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38	
5	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63	
5	1965 11 09 15 35	Appennino reggiano	32	5	4.17	
5	1967 05 15 10 03 3	Appennino reggiano	2	4	4.07	
5	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36	
4	1957 10 25 23 02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27	
4	1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87	
4	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04	
4	1986 10 01 19 53 3	Lunigiana	68	5	4.46	
4	1987 02 10 21 20 1	Lunigiana	54	5	4.09	
4	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82	
4	1995 12 31 21 29 4	Appennino reggiano	96	4-5	4.51	
4	1997 12 24 17 53 1	Garfagnana	98	5	4.33	
F	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5.01	
F	1909 03 18 02 51	Appennino reggiano	12	4-5	4.13	
3-4	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51	
3-4	1988 02 08 11 24 4	Garfagnana	75	6	4.34	
3-4	1995 08 24 17 27 3	Appennino pistoiese	56	6	4.45	
3	1902 12 04 16 35 0	Lunigiana	36	5	4.35	
3	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10	
3	1927 11 20 10 24 1	Appennino reggiano	16	5	4.29	

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	**Anno Me Gi Ho Mi Se**	**Area epicentrale**	**NMDP**	**Io**	**Mw**	
3	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6.06	
3	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22	
2-3	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40	
2	1995 03 03 16 16 4	Lunigiana	43	5	4.20	
NF	1899 06 26 23 17 2	Valle del Bisenzio	138	7	5.02	
NF	1910 01 23 01 50	Piacentino	118	5	4.39	
NF	1937 09 17 12 19 0	Parmense	34	7	4.77	
NF	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81	
NF	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71	
NF	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04	
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23	
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30	

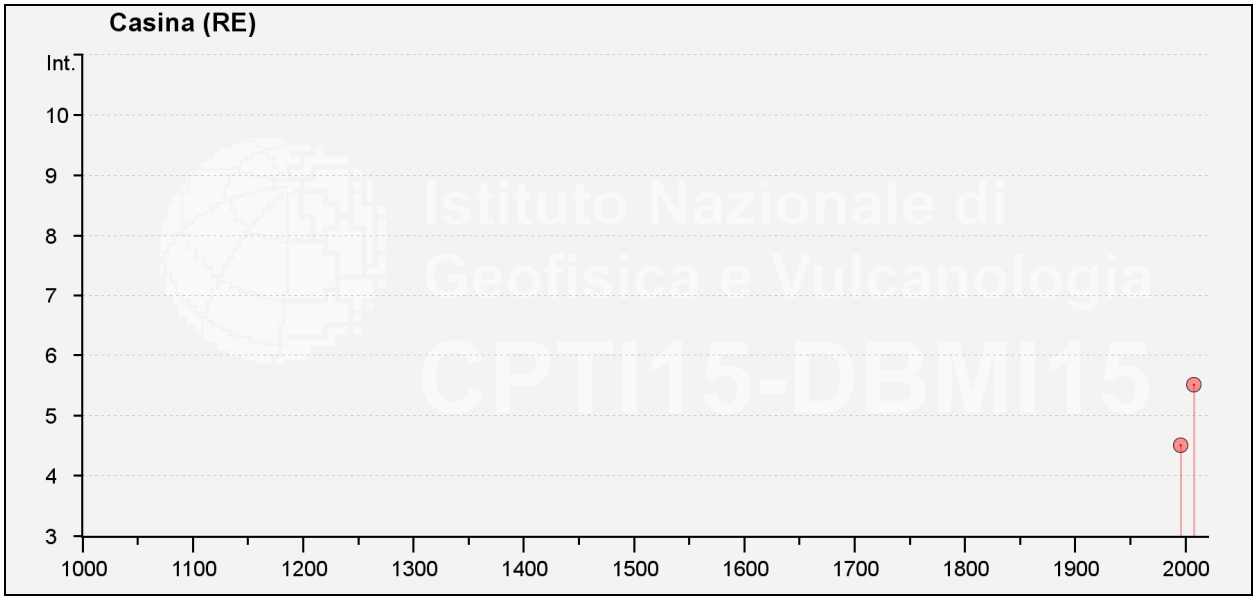


Storia sismica di Casina

Numero di eventi: 18

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	**Anno Me Gi Ho Mi Se**	**Area epicentrale**	**NMDP**	**Io**	**Mw**
5-6	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
4-5	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
2	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82
NF	1904 06 10 11 15 2	Frignano	101	6	4.82
NF	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
NF	1957 10 25 23 02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	1987 05 02 20 43 5	Reggiano	802	6	4.71

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	**Anno Me Gi Ho Mi Se**	**Area epicentrale**	**NMDP**	**Io**	**Mw**	
NF	1988 03 15 12 03 1	Reggiano	160	6	4.57	
NF	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04	
NF	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06	
NF	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68	
NF	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93	
NF	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40	
NF	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22	
NF	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23	
NF	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30	
NF	2002 06 19 22 11 1	Frignano	52	3	4.03	



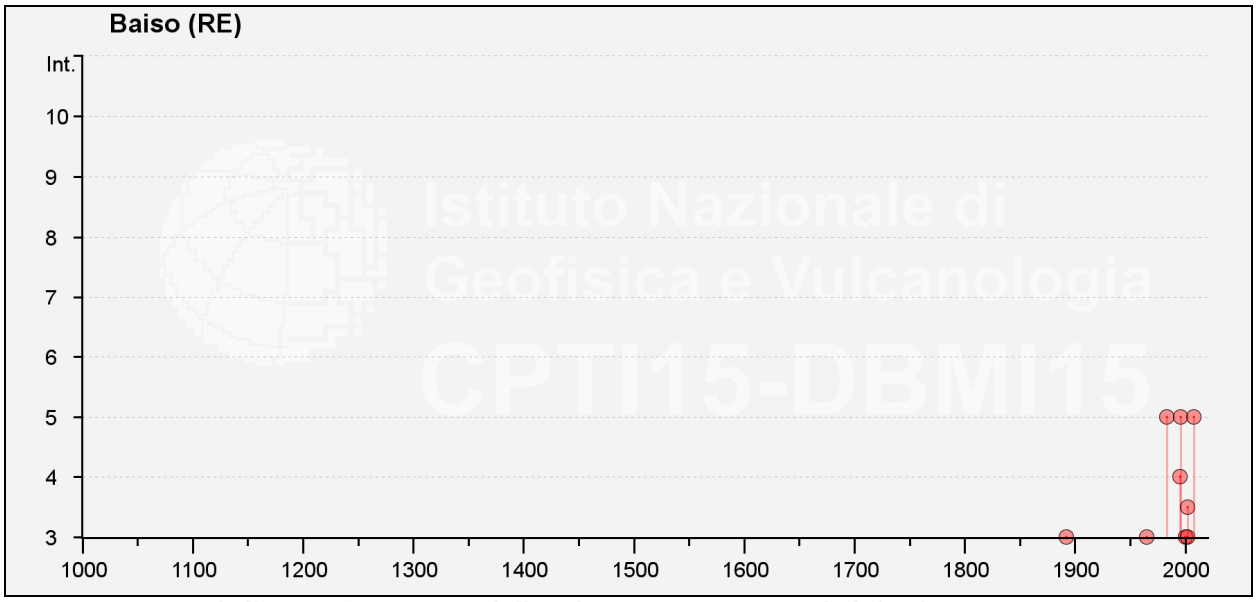
Storia sismica di Baiso

Numero di eventi: 20

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	**Anno Me Gi Ho Mi Se**	**Area epicentrale**	**NMDP**	**Io**	**Mw**	
5	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04	
5	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38	
5	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36	
4	1995 10 10 06 54 2	Lunigiana	341	7	4.82	
3-4	2002 06 08 20 13 0	Frignano	115	4	4.23	
3	1892 05 17 03 08 1	Carpineti	28	5	4.28	
3	1965 11 09 15 35	Appennino reggiano	32	5	4.17	
3	2000 06 18 07 42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40	
3	2002 06 18 22 23 3	Frignano	186	4	4.30	
2	2000 10 03 01 12 3	Frignano	62	5	4.22	
NF	1899 06 26 23 17 2	Valle del Bisenzio	138	7	5.02	

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	**Anno Me Gi Ho Mi Se**	**Area epicentrale**	**NMDP**	**Io**	**Mw**
NF	1986 10 01 19 53 3	Lunigiana	68	5	4.46
NF	1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	1989 10 03 09 41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
NF	1996 12 16 09 09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
NF	1997 05 12 22 13 5	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
NF	1997 12 24 17 53 1	Garfagnana	98	5	4.33
NF	1998 02 21 02 21 1	Pianura emiliana	104	5	3.93
NF	1998 03 26 16 26 1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
NF	2002 11 13 10 48 0	Franciacorta	768	5	4.21

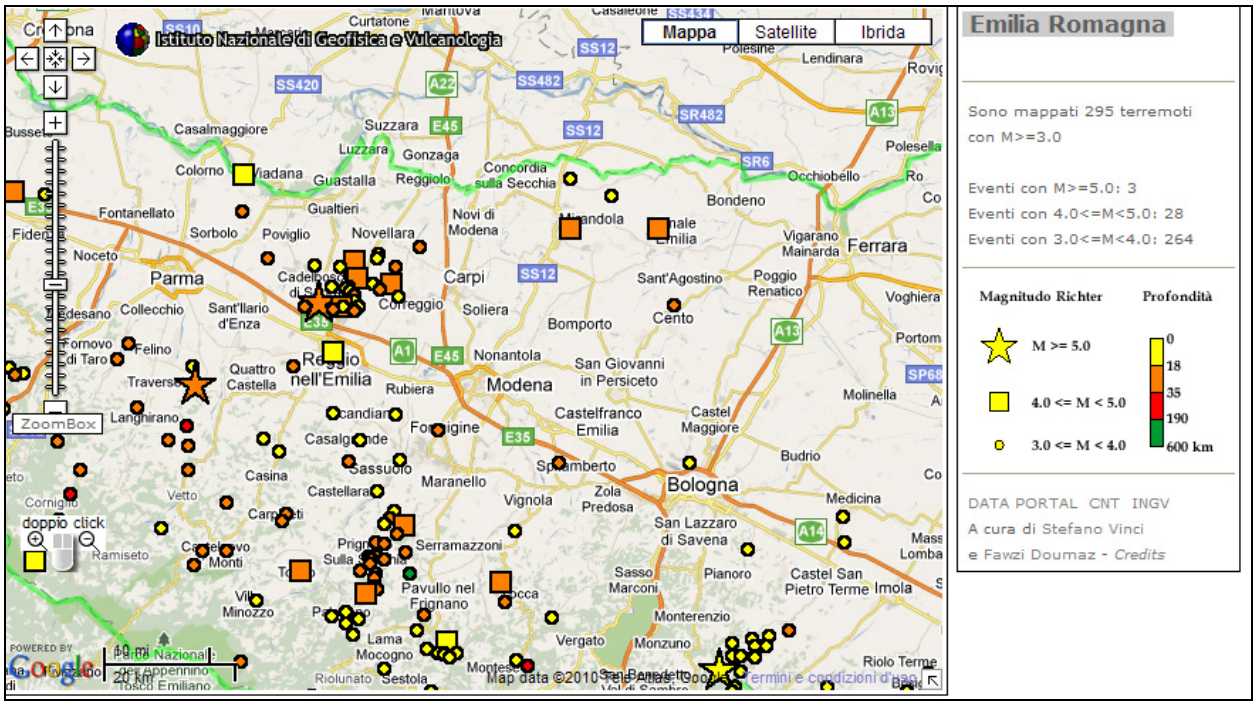
Dove: Io ed Mw=Intensità e Magnitudo sismica epicentrale; Int=Intensità sismica percepita; NF=Nessun effetto



(tabella e grafico reperiti dall'archivio DBMI15, consultabile al sito internet http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/)

Dalle tabelle e dai grafici sopra esposti possono essere tratte le seguenti osservazioni:

- la storia sismica di Carpineti ed al suo intorno ha una moderata testimonianza ed estensione temporale; il primo evento documentato risale al 1885 (Pianura Padana), la maggior parte degli eventi risulta catalogata da fine '800 e tutto il 900. Il catalogo CPTI–2015 documenta inoltre un evento il 05/1982 con I_0=5, Mw=4,28.
- la sismicità è di tipo medio elevato con intensità massime percepite equivalenti al 7 grado MCS, corrispondenti a magnitudo stimate in Mw = 5 ÷5.4
- le massime intensità sismiche sono state prodotte da sismi di elevata intensità a media distanza: 30/40 km (Garfagnana) e da eventi di medio elevata intensità sismica a piccola distanza: 10/15 km e di tipo superficiale e medio profondo che hanno contribuito in maniera meno rilevante.



Epicentri dei principali terremoti (M>3) rilevati da INGV tra il 1981 ed il 2006 nell'intorno dell'area di interesse

4.1.1.1 Risentimenti sismici locali

La modesta documentazione sugli eventi sismici che hanno indotto effetti nel territorio di Carpineti nei periodi precedenti al 1850, è correlabile alla moderata presenza di edifici di importanza rilevante, quali il Castello Romanico di Carpineti ed alcuni edifici ecclesiastici: Pieve di San Vitale, Abbazia di Marola, Chiesa di San Damiano, Chiesa di San Prospero, risalienti al periodo 1.000 – 1.200 b.C, per i quali non sono testimoniati danni da sisma, (catalogo parametrico CPTI15 – DBMI15). Nonostante ciò anche se le fonti storiche non menzionano di gravi danni ai sopracitati fabbricati, in funzione della distanza di circa 25/30 km dell'epicentro dell'evento tra Maranello e Fiorano del giugno 1501 con M ≥ 6, che causò gravi e diffusi danni e crollo quasi completo del centro di Maranello e di Fiorano e di molti edifici in Castelvetro – Montegibbio – Sassuolo, con tutta probabilità l'area di Carpineti ha risentito di effetti I ≥ 5.

Nei periodi successivi al 1.850 il catalogo CPTI 15 documenta eventi sismici che hanno indotto effetti con I = 5/6 nel 1892 ed un evento nel febbraio 1904 con epicentro in prossimità di Marola con M_w= 4,9 che ha provocato effetti: I = 7, che causarono nell'urbanizzato di Marola caduta di quasi tutti i camini e lesioni gravi in moltissime case anche ben costruite; per tale evento non sono segnalati altri danni ad altri fabbricati in territorio di Carpineti.

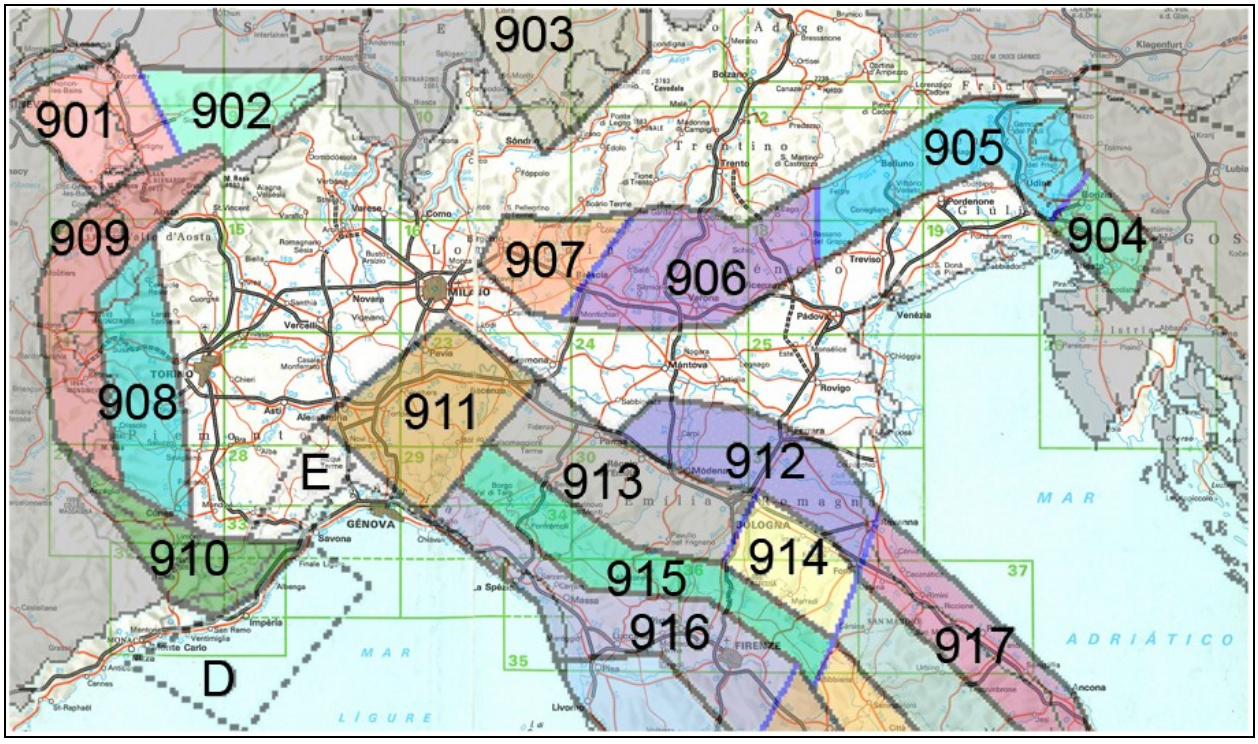
Il sisma del 09/1920 con epicentro in Garfagnana e magnitudo Mw = 6.53 ha causato crolli, distruzioni, gravi danni, frane e vittime (7) nei territori 15/20 km a meridione di Carpineti, in Villa Minozzo e Ligonchio, gravi danni, case diroccate e feriti nelle zone dei comuni di Collagna, Ramiseto, Toano, Busana, Castelnuovo ne' Monti. Tale sisma in territorio di Carpineti ha generato risentimenti di effetti I = 7 (CPTI 15) che hanno indotto danni in

varie abitazioni, lesioni, caduta intonaci, caduta comignoli intorbidamento sorgenti, una vittima ed in ferito.

In occasione degli eventi sismici del marzo 1898 tra Casatico e Goiano – Torrechiara magnitudo origine Me=5.37 (Val Parma), e quelli del dicembre 2008 con epicentri tra Buvolo e Cedogno e tra Cedogno – Lodrignano – Case Penuzzi, Val d'Enza medio appennino parmense – reggiano, con Mw origine = 4,89 e 5,46, il territorio di Carpineti è documentato abbia risentito di effetti I = 5; analogamente gli adiacenti comuni di Castelnovo né Monti e Baiso hanno risentito di effetti I = 5, i comuni di Casina e Vetto I = 5/6.

4.1.1.2 Zone Sorgente

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), attribuisce l'area comunale di Carpineti alla zona sismogenetica 913, ambito di dominio dell'Appennino Emiliano Romagnolo, sita al bordo settentrionale della zona sismogenetica 915, costituita del dominio della Garfagnana – Mugello e del limite meridionale della zona sismogenetica 912 formata dal dominio della Dorsale Ferrarese e del Fronte delle Pieghe Emiliano Romagnole.



Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

La prima di dette fasce rappresenta la parte interna delle zone in compressione principalmente costituita dagli sovrascorrimenti della Falda Toscana e Successione del M. Cervarola; la seconda individua la porzione più esterna della zona in compressione dell'arco appenninico; tali zone sono caratterizzate da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori di magnitudo molto elevati con una tendenziale maggior frequenza degli eventi e di magnitudo nella Z 915.

Dalla documentazione della storia sismica sopra esposta si evince che il territorio di Carpineti e le zone circostanti: Castelnovo ne' Monti, Vetto, Casina, Baiso, Viano, sono principalmente interessati dai meccanismi focali che si originano nella fascia delle strutture del medio appennino, risentono della sismicità della fascia del lineamento frontale pedeappenninico e di quella della Garfagnana che ha indotto accentuati risentimenti nei territori meridionali della provincia di Reggio Emilia; d'altra parte i comuni centro settentrionali della stessa avvertono gli effetti del lineamento frontale pedeappenninico ed in modo meno accentuato di quelli della Garfagnana.

ZS	4.76	4.99	5.22	5.45	5.68	5.91	6.14	6.37	6.6
912	12	9	6	7	2	2	0	0	0
913	26	13	11	6	4	1	0	0	0
915	31	17	19	1	4	2	1	0	1

Distribuzione degli eventi sismici per classi di magnitudo per le zone 912, 913 e 915 (INGV, 2004)

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio che circoscrive Carpineti per un raggio di 25/30 km si sono originati per la percentuale maggiore nei primi 10/15 ÷ 25 km del sottosuolo ed evidenziano un'attività sismogenetica sia di tipo superficiale che medio profonda; la distribuzione degli ipocentri focali che si generano tra – 15 e – 25 km dal piano campagna, è contraddistinta da percentuale tendenzialmente più rappresentata nei territori a meridione dell'allineamento Calestano – Castelnovo ne' Monti – Pavullo nel Frignano.

La sismicità crostale più profonda, ipocentri sottostanti 30 km dal piano campagna, nella fascia dell'appennino settentrionale reggiano – parmense che si estende in direzione sud ovest – nord est circa secondo l'allineamento Montelungo – Berceto – Calestano – Pilastro, è inferiore e risulta caratterizzata da sismi di medio elevata magnitudo.

L'incremento percentuale degli ipocentri a profondità sottostanti 20 km pc è correlabile all'approfondimento della Moho dall'Adriatico verso il Tirreno (*Mele e Sandvol,* 2003)

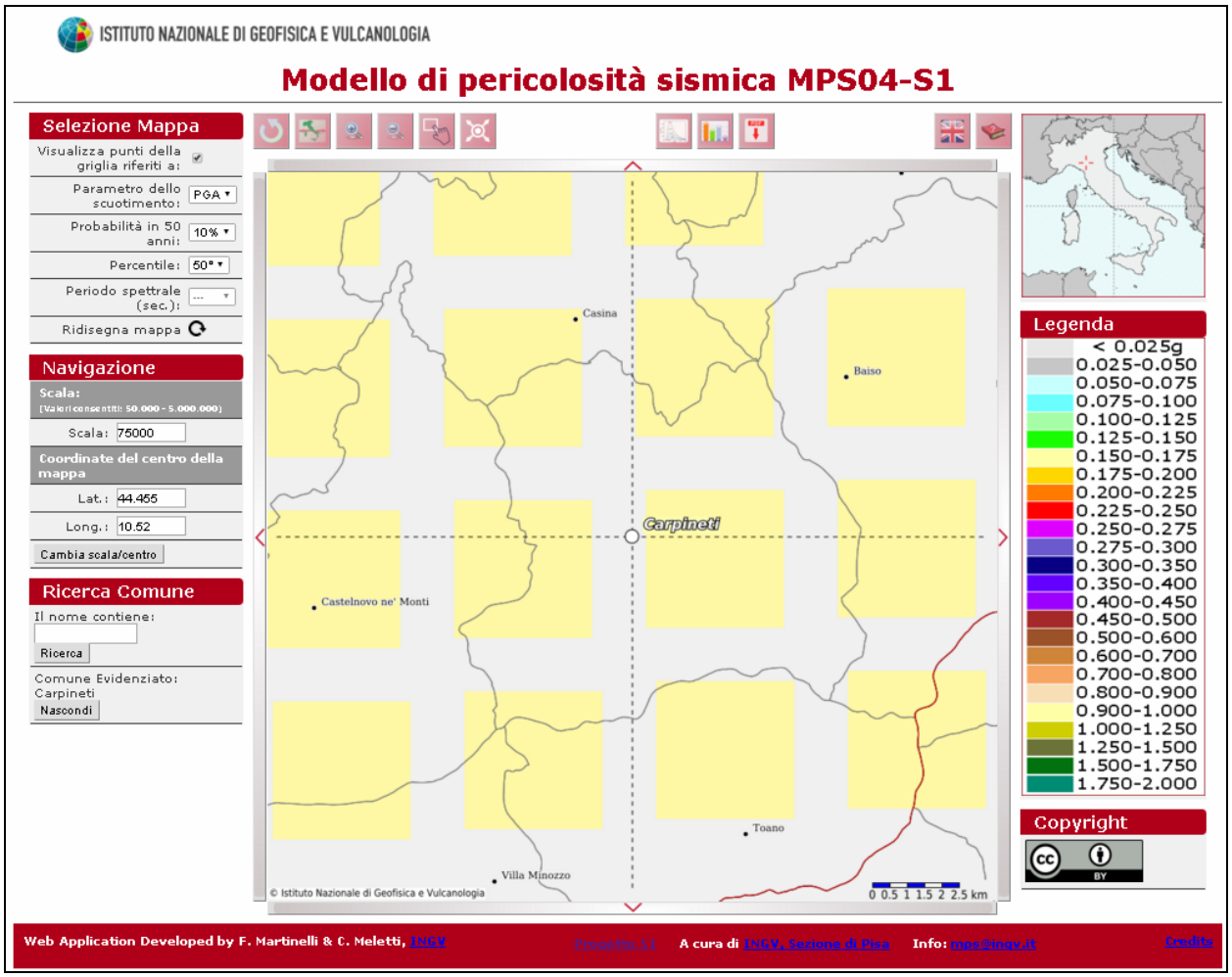
La riclassificazione sismica del territorio nazionale OPCM 3274/2003, NTC 17/01/2018 attribuisce il Comune di Carpineti, alla zona 3 con grado di sismicità equivalente ai precedenti ambiti S6.

In riferimento ai dati nell'allegato A4 della Delibera della Giunta Regionale Emilia Romagna n° 476/2021, alla zona sismogenetica del territorio comunale di Carpineti compete un valore dell'accelerazione orizzontale media dello spettro di risposta elastico, corrispondente a:

Carpineti $\boldsymbol{a_{gref} = 0{,}159\ g}$

La Carta della Pericolosità Sismica del territorio nazionale (*INGV–DPC 2004-2006, Progetto esse1*) riportante il valore dell'accelerazione orizzontale massima "ag" su suolo di riferimento che ha la probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni, assunto come riferimento dalla normativa sismica vigente, per il territorio del comune di Carpineti, risulta compresa tra:

Carpineti $a_g = 0{,}150 \div 0{,}175$ g



Accelerazione di riferimento ag con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV-DPC 2004-2006)

Tali valori, a livello territoriale aumentano in direzione sud-sud ovest.

Le fonti storiche suggeriscono una ripetuta attività nel corso dell'Olocene.

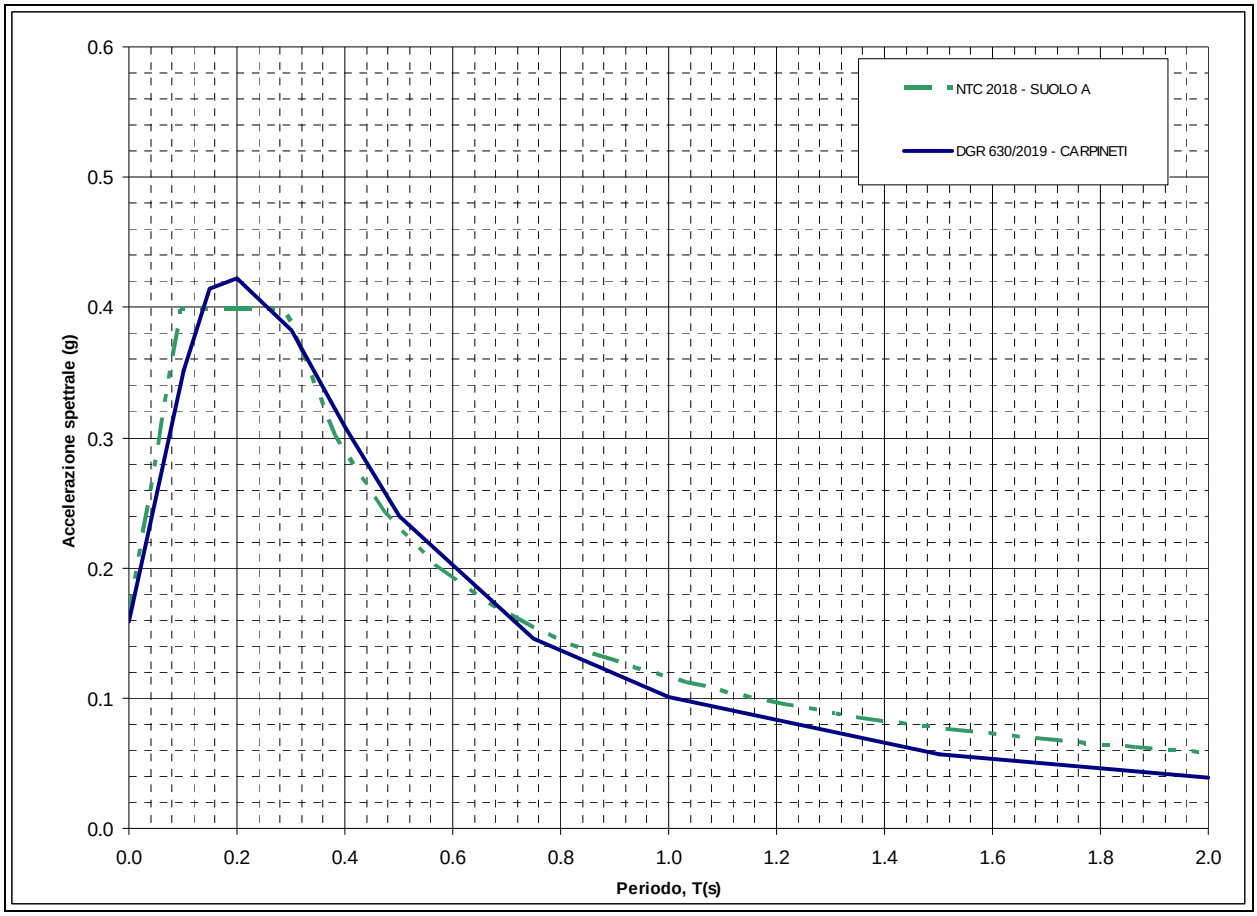
4.2 Pericolosità sismica – Definizione del moto di riferimento

La PGA per un periodo di ritorno di 475 anni riportata nelle mappe di pericolosità sismica di INGV (*Meletti C., Montaldo V.*, 2007. Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, http://esse1.mi.ingv.it/d2.html) varia nell'intervallo 0,150 ÷ 0,175 g.

Tali dati sono stati utilizzati dalla Regione Emilia Romagna per la redazione dei tabulati contenuti nella Delibera della Giunta Regionale n° 476/2021 *Aggiornamento dell'"Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale ed urbanistica (artt. 22 e 49 L.R. n. 24/2017)" di cui alla deliberazione della Giunta Regionale 29 aprile 2019, n. 630, che integra anche la D.G.R. 1238/2020 e sua integrazione DGR 564/2021.*

Mediante i dettami di detta delibera è stato costruito lo spettro di riferimento a probabilità uniforme per il comune di Carpineti, evidenziato nella seguente figura, dove è

confrontato con lo spettro elastico in superficie per sottosuolo di categoria A (DM 17-01-2018) riferito al medesimo comune.



Spettri di risposta a probabilità uniforme, pari al 10% di almeno una eccedenza in 50 anni per il comune di Carpineti. Smorzamento pari al 5%. Con linea blu viene riportato lo spettro costruito con i parametri riportati nella delibera della Giunta Regionale ER n°630-2019, mentre con linea verde tratteggiata è riportato lo spettro elastico di risposta per suolo A determinato secondo i dettati delle NTC 2018.

Ai fini delle successive determinazioni è stato considerato lo spettro di risposta a probabilità uniforme proposto dalla Regione Emilia Romagna (DGR ER 476/2021–564/2021).

5 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE

Il territorio del comune di Carpineti (RE) appartiene al foglio 218 CASTELNOVO NE` MONTI della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

Le complessità ed articolazioni del quadro geologico del territorio appenninico Reggiano – Modenese – Parmense sono in prima approssimazione, riconducibili ad alcuni elementi principali, di condivisa interpretazione nella documentazione scientifica in materia.

Per le descrizioni dei modelli di seguito sinteticamente riportati si vedano soprattutto le note illustrative del foglio CARG 218 Castelnovo nè Monti (*G. Papani, M.T. De Nardo, G. Bettelli, D. Rio, L. Vernia et alii*; 2002) e del foglio CARG 235 Pievepelago (*G. Plesi, G. Bettelli, R. Catanzariti, A. Cerrina Ferroni, M. T. De Nardo et alii*; 2002)

Il territorio in analisi appartiene al versante padano dell'Appennino settentrionale, nel quale l'assetto geologico e morfologico è determinato principalmente dalla sovrapposizione di falde tettoniche che ha generato il succedersi da sud a nord di strutture anticlinali, più o meno strizzate e con raddoppio di serie, e di sinclinali, generalmente meno deformate.

L'area comunale e le zone ad essa circostanti sono geologicamente attribuibili principalmente, alla Successione Epiligure (*Ricci Lucchi e Ori* 1985; *Bettelli et ali*, 1989) (*Decandia e Elter*, 1972; *Elter e Marroni*, 1992) ed in percentuale relativa inferiore alle unità Alloctone del Dominio Ligure (*Bettelli et Alii; Vescovi et Alii; 2002*).

Dette formazioni suddividono il territorio di Carpineti in due macro litozone una delle quali, costituita dalle Unità del Dominio Ligure, forma la parte meridionale orientale ed unitamente a due zone di ridotta dimensione alle estremità nord ovest e nord est, riveste un'estensione complessiva nettamente minore: circa 8%; la macrozona principale che caratterizza il territorio comunale di Carpineti, di superficie nettamente superiore: 92%, è costituita dalla Successione Epiligure.

Le Unità Liguri esterne che sovrascorrono e si giustappongono alle Unità Subliguri che a loro volta hanno sovrascorso la Falda Toscana, sono contraddistinte, ad eccezione di locali piccoli litosomi, dall'assenza di testimonianze del substrato oceanico sul quale si sono depositate e successivamente scollate durante la fase orogenica appenninica. Isolate testimonianze, del sopracitato substrato, incluse tettonicamente e per fenomeni sedimentari, sono rappresentate da locali masse di modeste dimensioni costituite da serpentininiti e brecce ofiolitiche; tali rocce non presenti nel territorio di Carpineti sono localmente osservabili in modesti affioramenti nei confinanti comuni di Vetto, Villa Minozzo, Baiso ed in aree di ridotta estensione in Castelnovo né Monti.

I processi tettonici che hanno coinvolto l'appennino settentrionale hanno scomposto i vari domini paleogeografici, impilandoli e giustapponendoli in modo complesso, si sono sviluppati in due fasi nel periodo che va dal *Cretaceo* (145 – 65 Ma[1]) all'attuale. La prima ha prodotto pieghe isoclinali compresse nelle unità liguri interne, che sono state ulteriormente ripiegate nella seconda fase cha ha ancor più raccorciato le precedenti strutture. Le fasi liguri hanno determinato la chiusura del preesistente oceano ligure e con l'impilamento delle

[1] Ma = Milioni di anni

successioni dei domini liguri si sono generati vari bacini marini minori nei quali si sono depositate le successioni delle sequenze epiliguri.

Gli orizzonti litologici liguri mostrano una deformazione interna molto maggiore rispetto a quanto osservabile nelle formazioni della sovrastante Successione Epiligure, anch'essa interessata da tali processi al passaggio con le sopracitate Unità Liguri; dette deformazioni sono correlate al comportamento duttile delle litozone argilloso – marnose di base, nelle quali la stratificazione risulta quasi completamente cancellata.

Contestualmente alle fasi di saldatura tra la zolla Africana e quella Europea, mentre si costruiva l'ossatura dell'Appennino, con l'avanzamento verso oriente della catena ligure, si sono impostati bacini marini minori, estesi secondo fosse allungate in direzione ovest est, nelle quali si depositarono, tra 40 e 5 Ma fa (*Oligocene-Miocene*), materiali provenienti dallo smantellamento del fronte di accavallamento della Falda Ligure. Tali azioni e materiali hanno dato origine alla Successione Epiligure che sovrasta e sigilla le Unità Liguri. Detta successione, costituita alla base da depositi di mare profondo, coperti da torbiditi arenaceo – marnose e sedimenti di mare medio profondo, seguiti da depositi di mare basso, testimonia tempi evolutivi relativamente rapidi dell'ambiente nel quale si sono depositati e consolidati i sopracitati materiali.

Quanto esposto e testimoniato dai depositi arenacei e conglomeratici della Formazione di Ranzano (RAN2a – RAN3b), quali quelli osservabili nel settore sud occidentale ad ovest – nord ovest di Velucciana, quelli presenti nella zona settentrionale orientale tra Caneto – C. Marcuzzo – Pianella e tra quest'ultima – Pissarotto – C. Colomba nell'area a nord est, sedimentatisi in mari relativamente stretti allungati subparallelamente al fronte, sommerso, di avanzamento della Falda Ligure; caratteri di ambiente deposizionale equivalente di fondo di bacino sono attribuibili ai corpi arenitici della Formazione di Cigarello (CIGa) riscontrabili nella fascia centrale del territorio in esame tra Costa di Po – Riana, La Costa e S. Prospero – Pianlunga – Giavello– Croce.

La mobilità dei bacini è confermata dal passaggio fra sedimenti di scarpata o di conoide sottomarina di mare profondo, della Formazione di Antognola, a depositi di mare basso, con presenza anche di strati correlati ad onde di tempesta, come quelli osservabili alla base della Pietra di Bismantova.

Le Formazioni della Successione Epiligure che costituiscono la maggior parte del territorio comunale di Carpineti, sono rappresentate in prevalenza da rocce arenacee, marnoso arenacee, calcarenitiche e marnoso calcaree, a grado di resistenza all'erosione medio elevato – medio. Tali caratteristiche conferiscono all'area comunale condizioni del dissesto relativamente inferiori rispetto ai comuni contermini: Baiso – Castelnovo ne' Monti – Toano – Viano. Quanto esposto è testimoniato dal basso indice di franosità 2% del settore di territorio circa compreso tra il crinale M. Valestra – Crocetta – M. Fosola ed il confine comunale settentrionale, decisamente minore di quelli della parte dell'area a meridione del sopracitato crinale e della fascia sud orientale, corrispondenti a 16%.

Contestualmente alle fasi finali di avanzamento della Falda Ligure, diversificate nel tempo e nei luoghi, avvenute tra 10 e 5 Ma fa (*Miocene*), ed all'apertura del Tirreno 7 ÷ 8 Ma da oggi, con rotazione e compressione verso nord est dell'Appennino settentrionale, è iniziata

l'ultima importante fase di strutturazione della catena che ha portato all'attuale configurazione.

In questo contesto, circa in corrispondenza dell'attuale fascia collinare, si erano instaurate, in un primo tempo, condizioni di mare basso, conseguite alla chiusura dello stretto di Gibilterra (6,4 ÷ 6,5 Ma) con essicazione, quasi totale, del Mediterraneo (5,4 ÷ 5,3 Ma), che ha generato l'insediamento di ambienti evaporitici. In questi ultimi, si sono depositati i Gessi Messiniani osservabili a sud di Vezzano s.C. nella fascia estesa da Pecorile a M. Evangelo.

Le successive fasi, con la riapertura dello stretto di Gibilterra, determinarono assetti a profondità variabile, in cui si sedimentavano le Argille Grigio Azzurre alle quali, in corrispondenza delle zone meno profonde di piattaforma, si sostituivano le deposizioni di materiali sabbiosi talora sabbioso ghiaiosi.

Le spinte che sollevavano la catena appenninica si prolungarono e circa 2 Ma fa (*Pliocene medio – sup.*) determinarono la fuoriuscita dal mare delle ultime formazioni sopra descritte, esponendo all'erosione le dorsali sottomarine generatesi e la deposizione nel bacino padano dei loro detriti.

La conformazione a pieghe e falde che si sovrappongono prosegue nel sottosuolo della Pianura Padana, come hanno dimostrato le perforazioni e ricerche petrolifere di AGIP – ENI, dove hanno costituito la regione delle Pieghe Pedeappenniniche, Emiliano – Romagnole e Ferraresi che formano una struttura geologica complessa a unità sovrascorse.

Successivamente alla emersione e conformazione della catena appenninica il territorio formatosi, che ha raggiunto quote idonee alla formazione dei ghiacciai solamente negli ultimi 80.000 anni: *Würm* come indicativamente testimonia l'assenza di forme e depositi glaciali più antichi di 0,1 Ma ad eccezione di alcuni limitati brandelli rinvenuti a quote superiori a 1600 m slm di incerta attribuzione al *Riss* (0,12 ÷ 0,25 Ma, *C. Tellini*, *USTPR*), è stato interessato dall'alternarsi di periodi freddi a fasi più calde che hanno prodotto intensi processi di degradazione sulle aree emerse e l'abbassamento del livello del mare di -120/-130 m rispetto a quello attuale. Ciò ha comportato importanti modificazioni delle preesistenti morfologie, con abbondante produzione di detriti, che hanno originato la messa in posto delle formazioni quaternarie continentali generando depositi glaciali, periglaciali, fluviali, lacustri, di versante ecc.

Depositi di ambiente periglaciale sono alcuni brandelli, testimonianti la preesistenza di una più estesa paleo superficie, rilevabili nel settore centrale – centro meridionale del territorio di Carpineti; tali depositi sono osservabili a sud di Ceriola dove sono sopraelevati rispetto all'alveo del F. Secchia di 70 ÷ 90 m, a nord di Spiganana, a sud di La Creta; nella zona a settentrione del crinale M. Fosola – M. San Vitale – M. Valestra sono presenti tra Cà Grissi e Pietre Bianche, ad est di via San Martino tra Giavello e Casigno, tra Sorchio e Croce dove assumono l'estensione maggiore e sono sopraelevati rispetto al T. Tresinaro di 30/45 m.

Le acque dilavanti hanno ulteriormente rielaborato i detriti che, raccolti nelle aste fluviali, sono stati trasportati e depositati originando i terrazzi fluviali, nelle zone intramontane, le conoidi alluvionali alla confluenza dei torrenti minori con i principali assi idrici montani e allo sbocco dei fiumi in pianura.

In detti periodi, successivamente all'innalzamento di 120/130 m del livello del mare tra 18/12.000 e 6/7.000 anni b.p. si sono verificate ulteriori, meno marcate, pulsazioni fredde che

hanno originato fasi definite "piccoli glaciali" circa dal 1500 al 1800/1850 d.C., circa tra 2200 e 2400 anni *(Età del Ferro*) e circa tra 5000 e 5500 anni da oggi*(Neolitico)*.

Nel territorio comunale di Carpineti le formazioni localmente più rappresentate e che costituiscono la parte prevalente dell'area, sono di tipo arenaceo – calcarenitico e ad alternanze arenaceo – pelitiche, con rapporto A/P>1, a medio elevato grado di resistenza all'erosione, appartenenti alla Successione Epiligure: Gruppo Bismantova e Formazione di Antognola – Formazione di Ranzano; fanno eccezione la zona orientale meridionale ad est dell'allineamento Valestra – Montelago – Casteldaldo – Bebbio/C. Monte Bebbio – Ronco, costituite dalle unità del Dominio Ligure. Queste ultime sono localmente rappresentate da sequenze argillose torbiditiche arenaceo – arenaceo calcaree e marnose – marnoso calcaree, torbiditi calcareo marnose, a grado di resistenza all'erosione medio – medio elevato.

È inoltre presente un'area di modesta estensione dall'estremità nord est circa 250 m a sud di Pulpiano costituita dalle alternanze arenaceo pelitiche prevalentemente pelitiche (SCB) del sopracitato dominio.

SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Le unità litostratigrafiche che costituiscono la fascia del medio appennino reggiano al quale appartiene il territorio di Carpineti, sono attribuite, dall'alto in basso in senso stratigrafico, a:

- **Successione Quaternaria**
- **Successione Epiligure**
- **Dominio ligure**
  - ***Successione della Val Rossenna***
  - ***Formazioni Pre Flysch ad Elmintoidi***

- ***Serie litostratigrafica***

A) DEPOSITI QUATERNARI INTRAPPENNINICI CONTINENTALI

DEPOSITI DI VERSANTE ELUVIALI – COLLUVIALI (Olocene attuale e non attuale).

Sono costituiti da materiali eterometrici con granulometrie medie e medio fini con dimensione massima equivalente ai massi, immersi in una massa di fondo prevalentemente limosa – limoso argillosa; ricoprono localmente, con spessore variabile, le formazioni pre quaternarie, sono diffusamente osservabili in tutto il territorio comunale.

DEPOSITI GRAVITATIVI IN MASSA, FRANE (Olocene attuale e non attuale).

Presentano forme ed estensioni diverse e sono costituiti da materiali eterometrici non classati e non stratificati. I rapporti materiale fine/materiale grossolano sono estremamente variabili in relazione al tipo di accumulo. Occupano posizioni di fondovalle e/o rivestono fianchi dei pendii assumendo forme sia attive che non in evoluzione palese.

I depositi di maggior estensione sono principalmente presenti nel settore meridionale del territorio comunale a sud del crinale M. Valestra – M. San Vitale – M. Fosola, prevalentemente localizzati al passaggio tra alternanze arenaceo pelitiche e litozone marnose – argillose e nella parte orientale del comune nella fascia di transizione tra la Successione Epiligure ed il Dominio Ligure ad est

dell'allineamento: Valestra – Cà De Lanzi – Monte di Bebbio; accumuli di frana mediamente grandi ($>5\cdot10^{-5}$ mc) si riscontrano inoltre nella zona settentrionale orientale nelle aree di Onfiano e Caneto.

SUCCESSIONE – QUATERNARIA

b1 DEPOSITI ALLUVIONALI INTRAVALLIVI IN EVOLUZIONE (Olocene-attuale)

Ghiaie – ghiaie sabbiose con lenti sabbiose, localmente limoso sabbiose; corrispondono agli assi d'alveo e relativi terrazzi di 1° ordine nelle fasce intravallive, quali l'asta del F. Secchia, T. Tresinaro; lo spessore è mediamente maggiore di 10 m nell'alveo del F. Secchia e varia mediamente tra 1 e 4 m corrispondenza del T. Tresinaro, Rio di Piolla, Fosso delle Coste.

i2 DEPOSITI DI CONOIDE ALLUVIONALE INATTIVI (Olocene-attuale)

Ghiaie sabbiose con lenti sabbiose, localmente limoso sabbiose formanti ventagli deposizionali alla confluenza dei fossi e rii al F. Secchia; il corpo principale è osservabile a Colombaia di Secchia all'affluenza del Fosso delle Coste al Secchia dove assume spessori di circa 10/15 m, si riscontrano inoltre conoidi minori nel settore sud occidentale in corrispondenza del Rio di Piolla al termine del quale coprono i terrazzi AES8a del F. Secchia.

AES8a – UNITA' DI MODENA (Post-VI secolo dC.)

Depositi ghiaiosi sabbiosi/ghiaiosi – sabbioso fini localmente limosi. Unità definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo e grigio-giallastro. Corrisponde al primo ordine dei terrazzi (rispetto all'asse fluviale) nelle zone intravallive. Nella pianura ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C. Nel territorio di Carpineti assume potenza media da 10/15 m nel F. Secchia, di 2/4 m in corrispondenza del T. Tresinaro.

DEPOSITI CRIONIVALI O DA GELIFLUSSO (Pleistocene sup. Olocene 80.000 – 10.000 anni b.p.)

Sono rappresentati da superfici debolmente inclinate 10°÷15° tra il crinale M. Fosola – M. Valestra e F. Secchia e di 5°÷7° nella fascia centrale del territorio comunale; sono contraddistinti da diverso grado di conservazione e formano zone sub pianeggianti, oppure costituiscono lembi residuali di aree a quote tra loro correlabili; tali depositi sono generalmente ubicati su dorsali non direttamente raccordabili dal punto di vista morfologico con le zone da dove si sono generati i detriti ed attualmente risultano posizionati in ambiti di inversione di rilievo rappresentati da modesti crinali secondari o superfici ad altopiano.

La genesi di detti depositi è correlata a processi di rammollimento superficiale (0,5-1,5 m) per azioni di gelo – disgelo in rocce ad alternanze pelitico arenacee e/o manose, argilloso – argillitiche che mantengono comportamento consistente alle profondità sottostanti (permafrost) ubicate in adiacenza a litozone prevalentemente arenitiche – arenitico pelitiche soggette a processi di crioclastismo, quali le arenarie della Formazione di Pantano, Membro delle Arenarie di Marola, areniti del Membro di Iatica, areniti conglomeratiche e alternanze arenaceo pelitiche della Formazione di Ranzano.

I depositi in narrativa sono formanti in prevalenza da materiali limoso argillosi inglobanti massi, blocchi e ciottoli lapidei a morfologia sub angolare, sub arrotondata; le dimensioni degli inclusi sono varie, dai ciottoli ai massi, e la disposizione anche se indicativamente a prima vista appare caotica, è generalmente contraddistinta dalla prevalenza percentuale degli assi maggiori degli elementi litici orientati secondo le linee di massima pendenza del versante, sono inoltre caratterizzati, in modo non molto diffuso, da strutture correlate a rimaneggiamenti per azione delle acque da scioglimento delle nevi e/o ghiacciai.

La messa in posto di tali depositi, in funzione delle quote che li contraddistinguono, delle relative posizioni morfologiche e delle caratteristiche climatiche che hanno interessato in passato il

settore appenninico in oggetto, sono attribuibili a sedimentazioni sviluppatesi in un sistema morfoclimatico periglaciale (*Wurm*).

Brandelli di detti depositi sono presenti in crinaletti a sud di Ceriola dove sono sopraelevati di 70/90 m rispetto ai terrazzi b1 del Secchia, si riscontrano inoltre a Spignana, a La Creta. Nel territorio a nord del crinale M. Fosola – M. Valestra si rilevano tra Cà Grissi e Pietre Bianche; nella fascia centrale della valle di Carpineti sono presenti nell'altopiano (p=5°÷7°) di Sorchio – Croce e sul crinaletto a sud di Giavello ed in quelli a settentrione del medesimo sino all'altezza di Croce; circa 400 m ad ovest del confine comunale, in territorio di Castelnovo né Monti, nel crinaletto a nord est di Valbona detti depositi evidenziano un assetto sedimentario tipo Eboulis Ordonnés (*Tricart*;1953) ed inglobano clasti di paleosuolo riconducibili all'interglaciale *Riss – Wurm* sviluppatosi in loess rissiani; i depositi in narrativa risultano sopraelevati mediamente di 50 m rispetto ai terrazzi AES8a del T. Tresinaro.

DEPOSITI LACUSTRI (Pleistocene med. sup. Olocene 80.000 – 10.000 anni b.p.)

Sono costituiti da limi – limi argillosi con presenza di corpi limoso sabbiosi di colore giallastro che formano are di modesta estensione riscontrabili a nord di Giavello in prossimità dell'omonimo rio – Ovest di Ronco

DEPOSITI EOLICI (Pleistocene sup. – medio sup. 80.000/127.000 – 250.000 anni b.p.)

Sono rappresentati da superfici debolmente inclinate, a diverso grado di conservazione, che formano aree a bassa pendenza circa 8°/10° che rivestono localmente i versanti.

Sono formati da materiali prevalentemente limoso argillosi e limi debolmente sabbiosi rissiani, intensamente pedogenizzati, messi in posto per trasporto e sedimentazione eolica di materiali fini che si generano in ambiente freddo, successivamente assoggettati a processi pedogenesi nell'interglaciale *Riss – Wurm*. Detti depositi sono scarsamente diffusi e sono osservabili nel settore nord orientale nell'area del campo sportivo del Seminario dell'Abbazia di Marola e sud dello stesso, nei dintorni del cimitero del medesimo, ad ovest di via Dante Alighieri tra via Bellaria e via L. Da Vinci, al confine settentrionale 450 m a nord di Branciglia.

B) SUCCESSIONE EPILIGURE

GRUPPO DI BISMANTOVA

FORMAZIONE DI CIGARELLO (CIG) (Langhiano p.p. – Serravalliano. 20 –15,8 Ma)

Peliti, peliti a frazione arenacea, sottilmente stratificate, localmente bioturbate, grigie. Isolati livelli caotici da "slumping" o "debris flow". è parzialmente suddivisa nei membri arenacei di Marola CIG4 e di Carpineti CIG3. Il solo litosoma pelitico ("Marne di Cigarello" Auctt.) ha uno spessore massimo di 300 m. Contatto discontinuo, localmente in discordanza angolare, su PAT o su altre formazioni cenozoiche e, localmente, sulle Liguridi. Ambiente di scarpata, di base scarpata e di bacino torbiditico locale; si rinviene nella zona centrosettentrionale tra il capoluogo, Costa di Po, Campo de Loppio – Croce – Montecchio/Caminada e nel tratto di versante tra Croce e Corbella – C. Stazzoni.

LITOFACIES ARENITICA (CIGa) (Langhiano. 15,8 – 13,6 Ma)

Areniti e peliti in strati da sottili a spessi, gradati organizzati in gruppi di strati formanti litosomi lenticolari in varie posizioni stratigrafiche (M. Battuta); spessore variabile da plurimetrico a pluridecametrico, si riscontra tra Lamburana e Vinceto, nord e sud di costa di Po, a nord di La Costa, a Giavello, a nord S. Prospero, a sud est di Pianlunga.

ARENARIE DI MAROLA (CIG4) (Langhiano. 15,8 – 13,6 Ma)

Areniti medie, localmente grossolane, gradate, con clasti a componente calcarea e, a luoghi, glauconica, alternanti a peliti (A/P≥1), in strati generalmente piano-paralleli. Colore grigio-nocciola, ocraceo per accelerazione con cementazione differenziale. Alla base dell'unità sono presenti lenti di conglomerati poligenici eterometrici e di brecce e matrice fine. Potenza di 200 m contatto discordante sulle peliti di CIG, su PAT, CGT e ANT. Sedimentazione da correnti di torbidità e da locali colate di detrito; è presente nel settore occidentale settentrionale tra S. Biagio – Cantigalli – Campo del Oppio– Cà Grissi – Arati — C. Stazzoni – Portola e tra La Svolta – Monte Re – Baciocca costituisce il crinale di Marola.

FORMAZIONE DI PANTANO (PAT) (Burdigaliano p.p.? – Langhiano p.p. 20,5 – 15,8 Ma)

Areniti, areniti marnose e peliti sabbiose a stratificazione mal distinguibile per bioturbazione, con locali ricche malalacofaune a Lamellibranchi, Gasteropodi, Coralli aermatipici; è parzialmente suddivisa nei membri basali di S. Maria, della Pietra e di M. Castellaro; potenza di oltre 400 m, ambiente di piattaforma; si rinviene tra il T. Tassobbio, M. Ferrara e si estende nei dintorni della località Monchio Ferrara – Chieriso – Pantano – Ronco – Poiago – Romagnano e nel settore orientale centrale tra M. Valestra – M. S. Vitale – Ibatica, costituisce la fascia centrale ovest est del territorio tra Rola – Capoluogo – Regigno/Rio Lamburana, l'area a sud ovest di Porciana.

MEMBRO DI SANTA MARIA (PAT4) (Langhiano. 15,8 – 13,6 Ma)

Areniti bioturbate a stratificazione mal distinguibile; intercalazioni di areniti in strati da sottili a spessi, risedimentati, sovente alla base dell'unità; potenza variabile da qualche decine ad oltre cento metri. Contatto discordante su CTG al tetto passaggio graduale alle areniti PAT; si rileva tra C. Codeghino, Parciana, M.no Conca, Costa di Po, Campovecchio, a sud est e sud ovest di quest'ultimo, tra Grotta di S. Michele – M. Valestra – Villa, nella fascia settentrionale tra Rio Dorgola e Castagneda – M. Castellaro/Casoni, tra M. Santa Maria – Anzagna – Valcava – Pianezza.

MEMBRO DELLA PIETRA BISMANTOVA (PAT5) (Langhiano. 15,8 – 13,6 Ma)

Biocalcareniti, subordinatamente biocalciruditi, ed Achinidi, Briozoi, Foraminiferi betonitici, Alghe coralline, Molluschi e denti di pesci, massive, o in banchi con laminazione obliqua a grande scala tabulare, con superfici di siltolitizzazione diagenetica. Potenza massima di circa 100 m. contatto discordante di CTG, localmente con interposti ciottoli di rocce cristalline. Sedimentazione di piattaforma interna; è osservabile tra Campovecchio e C. Codoghino.

FORMAZIONE DI CONTIGNACO (CTG) (Acquitaniano terminale – Burdigaliano p.p. 22.5 – 16 Ma)

Marne a contenuto siliceo, in strati sottili e medi, di colore grigio – verdognolo con patine manganesifere di alterazione, a frattura scheggiosa. Selce generalmente diffusa, localmente in noduli e liste; locali sottili livelli vulcoclastici. Parzialmente suddivisa nei membri eteropici di Carpineti (CTG2) e Villaprara (CTG1); potenza variabile da qualche decina di metri a 300 m, si riscontra principalmente nella fascia estesa ovest – est al confine settentrionale circa da Cà Pietro a Panama – Conicchia, ad eccezione dell'area di M. Ferrara, e nella fascia centrale estesa ovest est Spadaccini – Campovecchio e in strette fasce ad analogo orientamento circa da M. S. Vitale a Grotta S. Michele.

MEMBRO DI CARPINETI (CTG2) (Acquitaniano terminale – Burdigaliano p.p. 22.5 – 16 Ma)

Arenarie in banchi gradanti a geometria lenticolare con locali amalgamazioni e livelli a "clay-chips"; granulometria medio–grossolana, colore grigio–verde. Potenza massima di 200 m. Contatto inferiore erosivo sulle peliti di CTG; eteropico con CTG_1. Sedimentazione da correnti di torbidità; si rinviene nella fascia centrale estesa ovest est circa da sud di Grotta S. Michele a Fola di Sopra – Pozzo di S. Vitale – Castello di Carpineti – M. Bauzola – nord ovest di Paolano.

MEMBRO DI VILLAPRARA (CTG1) (Aquitaniano terminale – Budrigaliano inf. 22.5 – 19 Ma)

Pacchi di strati medio-sottili, gradati, arenaceo-pelitici (A/P>1) separati da spessori anche metrici di marne silicifere. Potenza variabile da poche decine di metri a 250 m; contatto inferiore netto e passaggio superiore graduale con le peliti di CTG; eteropico nella parte basale e media con il precedente. Sedimentazione da correnti di torbidità; costituisce la fascia ovest-est a meridione tra C. Popolare – sud del capoluogo dal quale flettendo in direzione sud si allunga sino a Paolano e successivamente in verso occidentale si estende da Crocetta a M. Fosola – Campogallinaro –Fontanino di Sopra.

BRECCE ARGILLOSE DELLA VAL TIEPIDO - CANOSSA (MVT) (Acquitaniano. 25,2 – 20 Ma)

Brecce argillose poligeniche (diamictiti) a matrice argillosa prevalentemente grigia, costituita in gran parte da clasti millimetrici di marne e peliti, recanti clasti litoidi angolari da centimetrici a metrici di dominanti calcilutiti (APA) ed arenarie (SCB) e sporadiche ofioliti. Geometria lenticolare, con potenza variabile da poche decine di metri ad oltre 200 m. Parzialmente suddivise in litofacies. Si interdigita con ANT. Sedimentazione per colate sottomarine multiple di fango e detrito, sono osservabili nel settore occidentale meridionale tra Paolano – C. Borghi – La Piazza, tra sud ovest di Villaprara e Musiara, tra_Campogallinaro e Fontanino di Sopra, nell'area orientale settentrionale in sponda meridionale del T. Tresinaro tra lo stesso e Cà Lama e costituisce il rilievo di M. Corvo, tra Cà Magnone – Dorgola e nell'asta dell'omonimo Rio, nella zona di Fabbrica al confine settentrionale.

FORMAZIONE DI ANTOGNOLA (ANT) (Rupeliano Terminale – Acquitaniano. 32 – 20 Ma)

Peliti e marne verdognole con patine manganesifere, a stratificazione mal distinta; locali sottili orizzonti vulcanoclastici. Vi sono intercalate le Brecce di Canossa (MVT), i Membri di Fola (ANT6) e di Iatica (ANT5) e lo Strato di Cà di Lama (cl). Potenza variabile da pochi metri a qualche centinaio di metri. Ambiente di scarpata e di base scarpata; si rinviene nelle fasce settentrionali–centrosettentrionali e meridionali; per le prime a nord ovest in aree di estensione relativa inferiore tra Boastra –la Villetta, a nord di C. Morelli, tra Poncema e Fabbrica, in superfici magiori nella zona nord est tra Zoccadello – Cà Magnone – Campiano e tra T. Tresinaro – Romagnano – Borgaro/Sorgara; pesenta la massima estensione territoriale nel settore meridionale tra Montelago – Compiano – Fola di Sopra – S. Caterina– Savognatica – Villaprara/Topogana/ Saccheggiana, nella zona sud ovest tra Fontanino – Saccaggio Mulino di Gnana, nelle aree meridionali tra Iatica/Costa di Iatica/Ceriola – F. Secchia.

MEMBRO DI ANCONELLA (ANT4) (Chattiano – Burdigaliano Inf.? 30 – 19 Ma?)

Areniti arcosiche risedimentate da fini a grossolane grigio giallastre in strati da medi a moto spessi e in banchi, talora amalgamati; subordinate marne argillose grigio – verdi e nerastre in intervalli sottili al tetto degli strati; A/P >>1. Potenza da 0 a circa 150 m; si riscontra nella zona centro settentrionale orientale in un'area di modesta estensione a ovest di Cà Lama.

MEMBRO DI IATICA (ANT5) (Chattiano 33 – 24 Ma)

Arenarie grossolane e medie a componente litica, in banchi amalgamati o strati spessi gradati recanti a tetto sabbie fini micacee. Sedimentazione torbiditica. Potenza massima 200 m, è osservabile principalmente nell'area tra La Creta/Pontone – S. Maria Maddalena – M. Sassoso – Ceriola – Iatica dove costituisce un lobo che include fasce canalizzate a stratificazione incrociata, si rileva in altre zone di limitata estensione tra Fontanino e Saccaggio e ad est e di quest'ultimo.

MEMBRO DI VARANO DE' MELEGARI (RAN3) (Rupeliano medio – sup. 33 – 30 Ma)

Unità prevalentemente pelitico arenacea: litoareniti ben cementate di colore grigio piombo, particolarmente ricche di frammenti di rocce carbonatiche, in strati da molto sottili a spessi, talora molto spessi, con geometria sia tabulare che lenticolare. Presentano frequenti intervalli caotici. Sono presenti anche livelli ricchi di frammenti di serpentinoscisti ed altre metamorfiti di alta pressione e strati sottili di vulcano areniti feldspatiche. Potenza complessiva da pochi metri a circa 600 m, si riscontra sia nelle fasce meridionali che settentrionali del territorio comunale; nelle prime circa tra F. Secchia/Cà de Cani –Valadina – Savognatica e da quest'ultima a Fola di Sotto/Vasiarano – Massa – Colombaia ed assecondano l'orientamento del T. Dorgola sino all'affluenza dello stesso al F. Secchia; nella zona settentrionale orientale è presente tra Onfiano e Pissarotto ed al bordo orientale dal T. Tresinaro a Pianella– Le Casette, al confine nord occidentale è presente tra La Villetta – Boastra.

LITOFACIES ARENACEO CONGLOMERATICA – MAMBRO DI VARANO DE MELEGARI (RAN3b) Rupeliano med. – inf. 35 – 32 Ma.)

Deposito caotico, con base erosiva, costituito da matrice prevalentemente pelitica inglobante clasti e lembi di Liguridi, MMP, RAN1, e RAN2; si riscontra in aree di limitata estensione e geometria canaliforme a Colombara, tra Pissarotto –Pianella – Casone Marcuzzo.

MEMBRO DELLA VAL PESSOLA (RAN2) (Priaboniano terminale - Rupeliano inf. 35 – 32,5 Ma.)

Litoareniti feldspatiche risedimentate grigie con clasti di serpentiniti massive, in strati da media a molto spessi, tabulari; subordinati strati conglomeratici. Spessore del membro da 50 a 500 metri circa.

Contatti discontinuo, spesso erosivo e a luoghi discordante di MMP; è principalmente osservabile nel settore meridionale tra il F. Secchia/Velucciana – M. della Legna/Cogliola/Rio Costa e F. Secchia – Cogliolla, al confine sud ovest si rileva tra La Gatta e Ceriola.

LITOFACIES ARENACEO-CONGLOMERATICA (RAN2a) (Priaboniano terminale - Rupeliano inf. 35 – 32 Ma)

Areniti in strati spessi e molto spessi, frequentemente amalgamati, con base conglomeratica a clasti ben arrotondati anche di dimensioni decimetriche; tale litofacies, potente fino ad alcune centinaia di metri, è costituita da più corpi grossolani lenticolari, che presentano base erosiva, talora direttamente su substrato ligure, si riscontra in aree di limitata estensione ed a sviluppo prevalentemente canaliforme ad ovest di Velucciana.

MARNE DI MONTEPIANO (MMP) (Luteziano Sup. – Priaboniano p.p. 43 – 38 Ma)

Argille ed argille marnose rosate e verdi in sottili alternanze, recanti sottili strati di arenarie feldspatiche poco cementate. Verso l'alto stratigrafico, le argille rosate passano gradualmente a marne siltose grigie. Ambiente di scarpata, sono osservabili, principalmente nel settore sud orientale dal F. Secchia a Poiatica – Lovaro – Vesallo – C. Carletto – F. Secchia; si rinviene inoltre in areali di minore estensione nei pressi di Formione, tra M. Balzo e M. Pinaia, a nord est di Bebbio.

FORMAZIONE DI LOIANO (LOI) (Luteziano Terminale – Bartoniano inf. 42,5 – 38 Ma)

Arenarie feldspatiche poco cementate in strati da medi a spessi, gradati, talora amalgamati e peliti rosso verdastre (A/P> o >>1). Potenza variabile da poche decine ad un centinaio di metri. Nell'area tra Vesallo e C. Carletto costituisce un corpo lentiforme, ad elevato grado di fratturazione, intercalato entro MMP. Sedimentazione da correnti di torbidità; è principalmente osservabile tra Casteldaldo – Cà de Lanzi – Bebbio – C. Monte Bebbio, tra M. Balzo – Formione ed in aree di più modesta estensione 0,7 km a nord est di Vesallo, 0,4 km ad est di Marossa, 0,5 km a sud di Prato, 0,5 km a sud est di Zoccadello.

BRECCE ARGILLOSE DI BAISO (BAI) (Luteziano sup. – Bartoniano 42 – 37 Ma)

Brecce argillose poligeniche (diamictiti) a matrice argillosa grigia, recanti inclusi di AVV, SCB, APA, MMP; differenziate in membri lateralmente eteropici a scala regionale. Potenza variabile da poche decine al centinaio di metri. Sedimentazione per colate sottomarine di fango e detrito, sono principalmente riscontrabili al confine nord orientale 0,4 km a sud di Pulpiano.

MEMBRO DI COSTA DEI BUOI (BAI4)

Brecce argillose poligeniche a matrice argillosa nerastra, contenenti clasti decimetrici di prevalenti calcilutiti biancastre. Rari inclusi di AVV, Flysch ad Elmintoidi e MMP. Potenza variabile da 40 a 200 m; sono diffusamente presenti nel settore meridionale orientale circa tra M.no Vecchio – Colombaia – Quercioli e l'allineamento Vesallo – Lovaro, più ad est circa tra Casteldaldo – C. Logadelli, a Valestra, 0,3 km ad ovest di Malpasso, in corrispondenza di Roncolo, tra Ca Vigna – Magliatica– Formione, al confine settentrionale orientale tra Zoccadello – Dorgola confine nord est.

C) DOMINIO LIGURE

SUCCESSIONE DELLA VAL ROSSENNA

FORMAZIONE DI MONGHIDORO (MOH) (Maastrichtiano sup? – Peleocene sup 67 – 57Ma)

Arenarie micacee a grana medio–fine, poco cementate in strati sottili e spessi (raramente molto spessi), gradati e peliti nerastre, a luoghi argillitiche (A/P>1). Intercalazioni di singoli strati calcareo–marnosi, sottili o medi, più raramente banchi. Distinto il membro pelitico–arenaceo MOH2 non presente nell' area di Carpineti. Potenza media di 600 m. Sedimentazione torbiditica di piana bacinale, è presente al confine orientale centromeridionale circa tra Cà Vigna – Malpasso – Tersarine.

FORMAZIONE DI MONTEVENERE (MOV) (Campaniano sup. – Maastrichtiano 67 – 75 Ma)

Marne calcaree a base arenitica in strati spessi e banchi gradati; al tetto sottili livelli di peliti nerastre. Ad essi si alternano pacchi di strati arenaceo pelitici da sottili a molto spessi, tipo MOH. Potenza parziale di 600 m, sedimentazione torbiditica di piana bacinale; si riscontra principalmente nella parte orientale centro meridionale – meridionale del territorio a Villa – Valestra – Montelago– M. Falò – Tincana – Le Masere – Casine di Bebbio – Ronco – Falbio – F. Secchia ed in aree di minore estensione tra Quercioli e Poiatica.

FORMAZIONI PRE-FLYSCH AD ELMINTOIDI

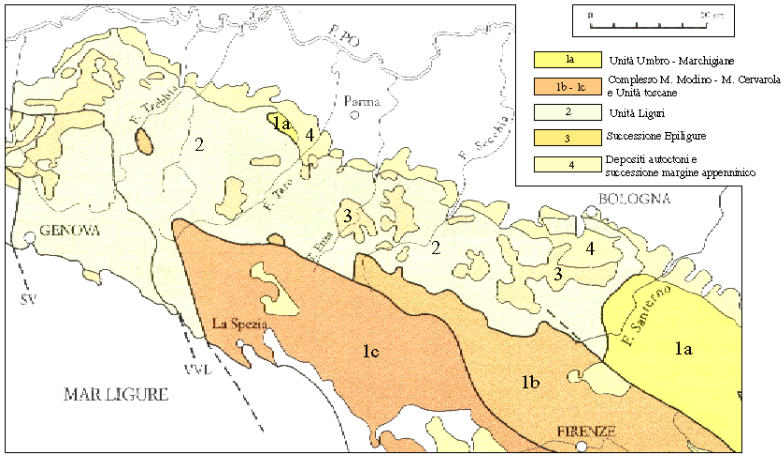
ARGILLE VARICOLORI DI CASSIO (AVV) (Cenomaniano – Campaniano sup. 98 – 74 Ma)

Argilliti rosse e verdi sottilmente stratificate, caotiche per intensa tettonizzazione. Recano "boudins" di areniti tipo SCB e siltiti manganesifere; potenza geometrica variabile da qualche decina a qualche centinaio di metri. Sedimentazione pelagica intervallata da correnti di torbidità s.l. e flussi concentrati di locale alimentazione insubrica; si rinvengono in aree di ridotta estensione al limite del confine comunale nordoccidentale 0,3 km ad ovest di La Villetta e 0,3 km a nord di Arati.

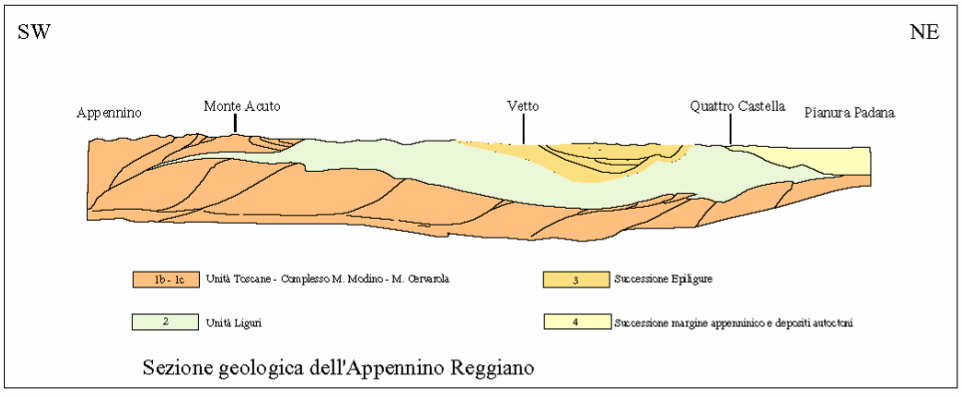
In tale formazione, assenti nel territorio di Carpineti, sono localmente presenti lenti appartenenti all'unità dei *Conglomerati dei Salti del Diavolo* l(CSD), costituite da conglomerati a clasti litici sedimentari, metamorfici e granitici, e strati medi e spessi arenacei silicoclastici, presenti sporadici strati medio - sottili di arenarie a composizione ofiolitica; nelle vicinanze di Carpineti si riscontrano in territorio di Vetto a sud di Latticola.

ARENARIE DI SCABIAZZA (SCB) (Turoniano sup.? – Campaniano inf. 92 – 85 Ma)

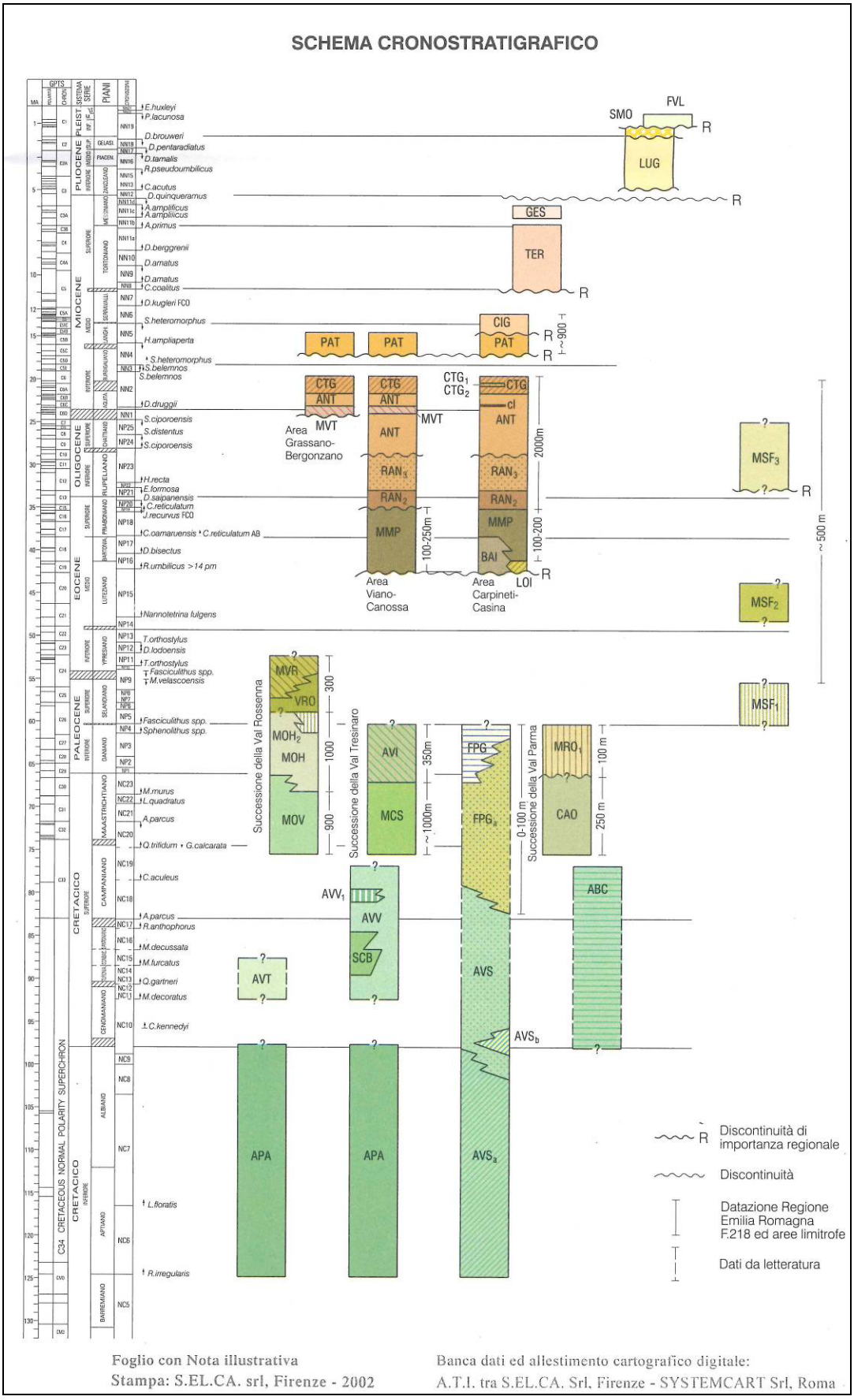
Areniti grigio nocciola, micacee in strati sottili, gradati, passanti a peliti grigie o varicolorate (AP</=1), intensamente tettonizzate. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad un centinaio di metri. Contatti tettonizzati con AVV. Sedimentazione torbiditica; sono riscontrabili al bordo del confine settentrionale orientale 0,3 km a sud di Pulpiano.



Schema geologico semplificato dell'Appennino settentrionale nel quale vengono indicati i principali protagonisti della struttura geologica del territorio emiliano - romagnolo. Le linee più spesse indicano i contatti tettonici più importanti (da *Mutti et al. 1975,* semplificata)

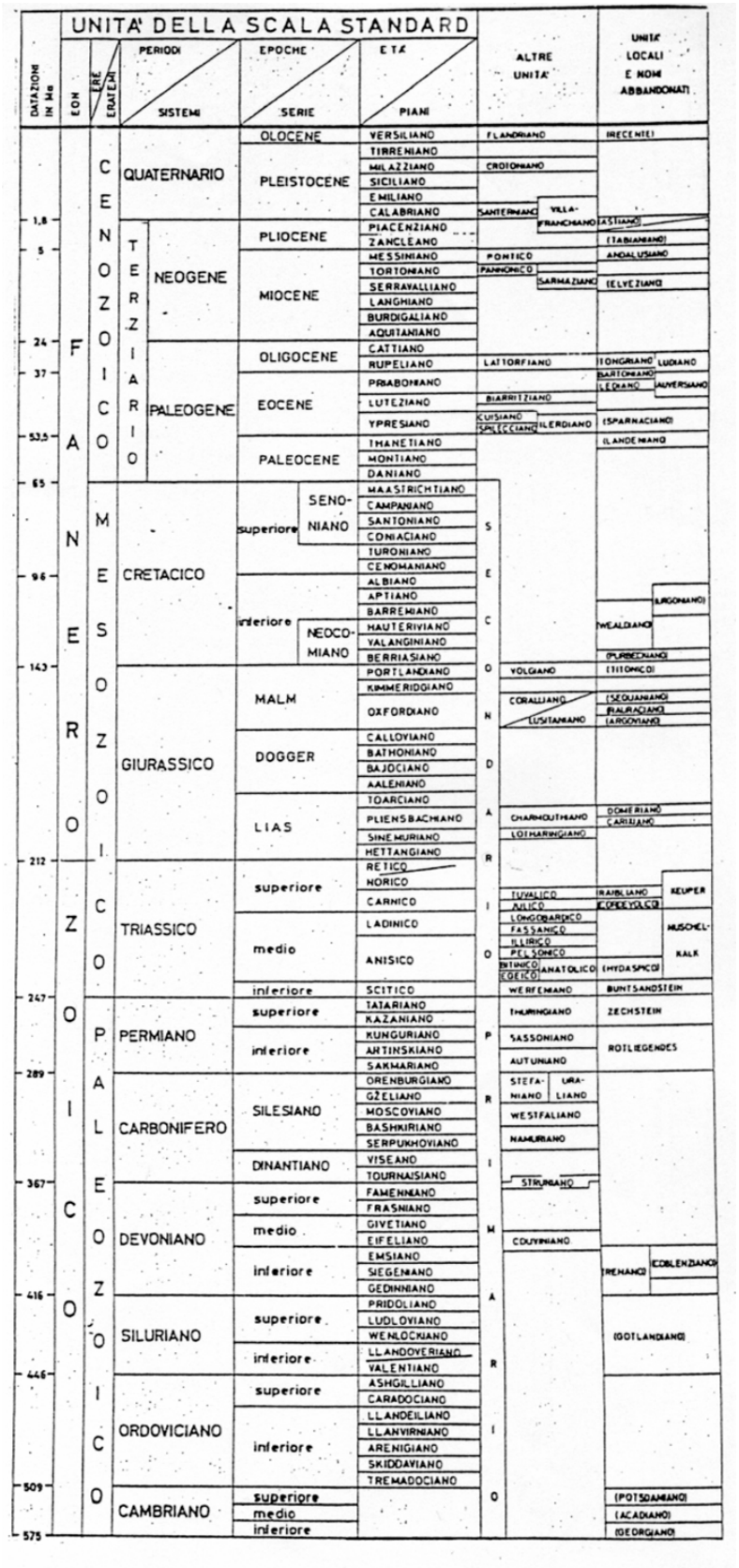


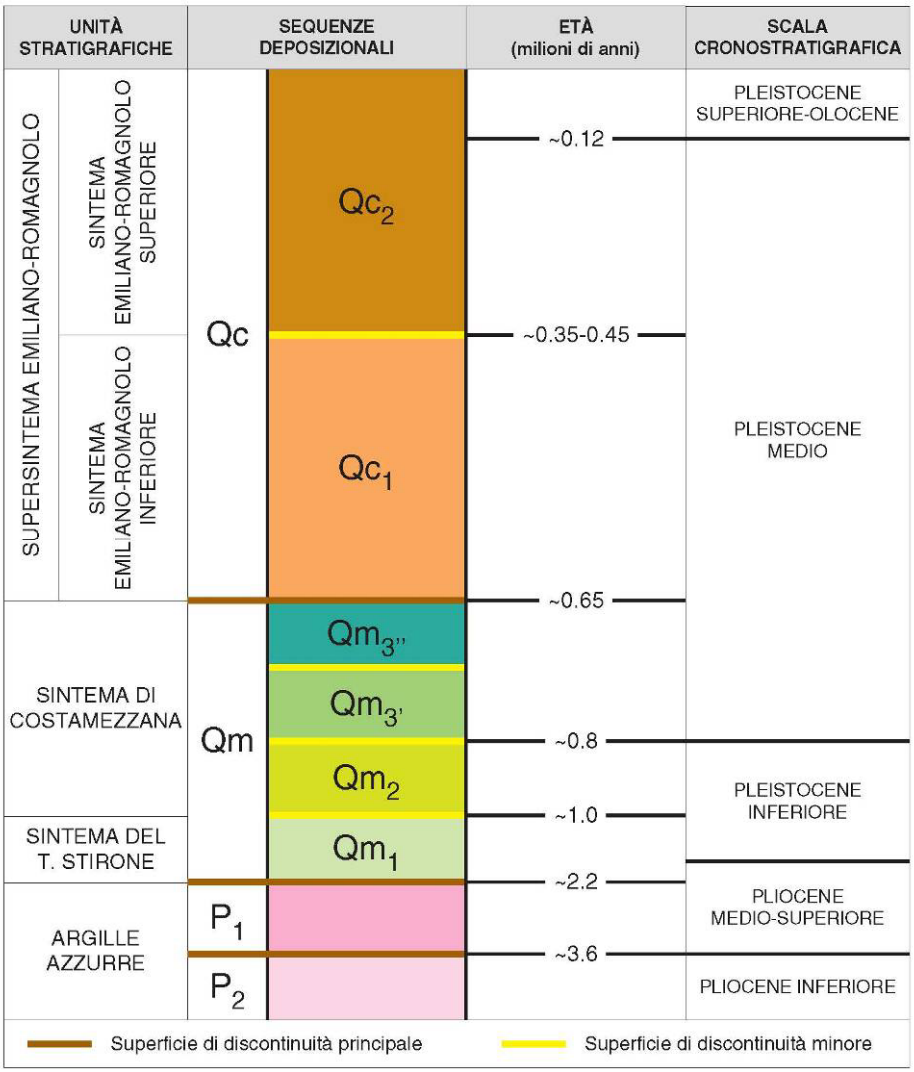
Sezione geologica dell'Appennino Reggiano

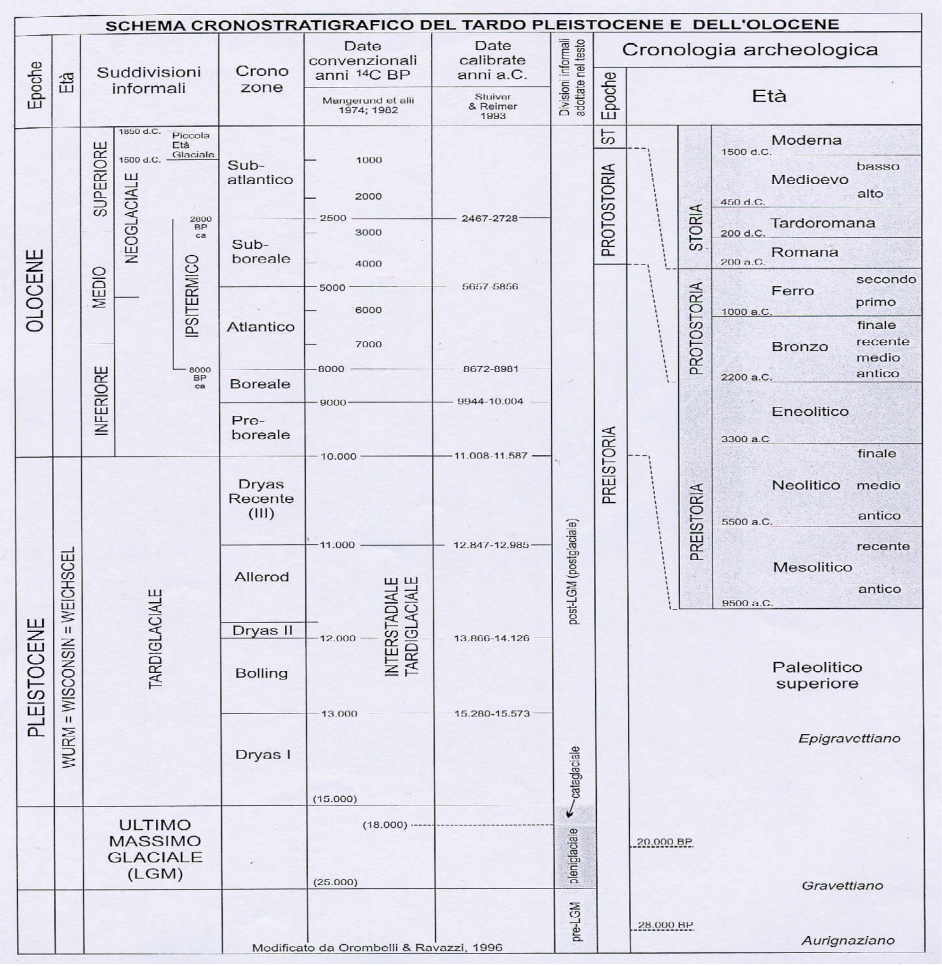


Foglio con Nota illustrativa
Stampa: S.EL.CA. srl, Firenze - 2002

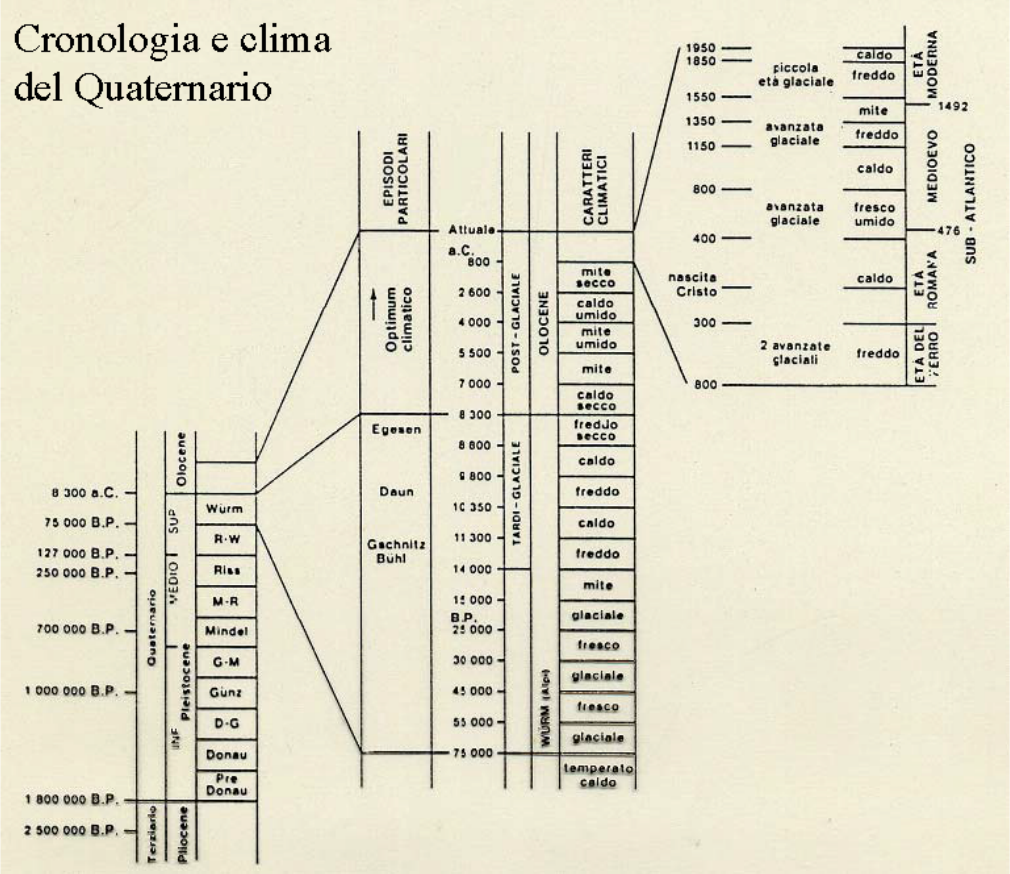
Banca dati ed allestimento cartografico digitale:
A.T.I. tra S.EL.CA. Srl, Firenze - SYSTEMCART Srl, Roma


UNITA' DELLA SCALA STANDARD
DATAZIONI IN Ma
EON
ERE
ERATEMI
PERIODI
SISTEMI
EPOCHE
SERIE
ETA'
PIANI
ALTRE UNITA'
UNITA' LOCALI E NOMI ABBANDONATI
FANEROZOICO
CENOZOICO
MESOZOICO
PALEOZOICO
QUATERNARIO
TERZIARIO
NEOGENE
PALEOGENE
CRETACICO
GIURASSICO
TRIASSICO
PERMIANO
CARBONIFERO
DEVONIANO
SILURIANO
ORDOVICIANO
CAMBRIANO
OLOCENE
PLEISTOCENE
PLIOCENE
MIOCENE
OLIGOCENE
EOCENE
PALEOCENE
superiore
inferiore
medio
SENONIANO
NEOCOMIANO
MALM
DOGGER
LIAS
DINANTIANO
SILESIANO
SECONDARIO
PRIMARIO
VERSILIANO
TIRRENIANO
MILAZZIANO
SICILIANO
EMILIANO
CALABRIANO
PIACENZIANO
ZANCLEANO
MESSINIANO
TORTONIANO
SERRAVALLIANO
LANGHIANO
BURDIGALIANO
AQUITANIANO
CATTIANO
RUPELIANO
PRIABONIANO
LUTEZIANO
YPRESIANO
THANETIANO
MONTIANO
DANIANO
MAASTRICHTIANO
CAMPANIANO
SANTONIANO
CONIACIANO
TURONIANO
CENOMANIANO
ALBIANO
APTIANO
BARREMIANO
HAUTERIVIANO
VALANGINIANO
BERRIASIANO
PORTLANDIANO
KIMMERIDGIANO
OXFORDIANO
CALLOVIANO
BATHONIANO
BAJOCIANO
AALENIANO
TOARCIANO
PLIENSBACHIANO
SINEMURIANO
HETTANGIANO
RETICO
NORICO
CARNICO
LADINICO
ANISICO
SCITICO
TATARIANO
KAZANIANO
KUNGURIANO
ARTINSKIANO
SAKMARIANO
ORENBURGIANO
GZELIANO
MOSCOVIANO
BASHKIRIANO
SERPUKHOVIANO
VISEANO
TOURNAISIANO
FAMENNIANO
FRASNIANO
GIVETIANO
EIFELIANO
EMSIANO
SIEGENIANO
GEDINNIANO
PRIDOLIANO
LUDLOVIANO
WENLOCKIANO
LLANDOVERIANO
VALENTIANO
ASHGILLIANO
CARADOCIANO
LLANDEILIANO
LLANVIRNIANO
ARENIGIANO
SKIDDAVIANO
TREMADOCIANO
1,8
5
24
37
53,5
65
96
143
212
247
289
367
416
446
509
575
FLANDRIANO
CROTONIANO
SANTERNIANO
VILLAFRANCHIANO
PONTICO
PANNONICO
SARMAZIANO
LATTORFIANO
BIARRITZIANO
CUISIANO
SPILECCIANO
ILERDIANO
VOLGIANO
CORALLIANO
LUSITANIANO
CHARMOUTHIANO
LOTHARINGIANO
TUVALICO
JULICO
LONGOBARDICO
FASSANICO
ILLIRICO
PELSONICO
NORICO
GEICO
WERFENIANO
THURINGIANO
SASSONIANO
AUTUNIANO
STEFANIANO
URALIANO
WESTFALIANO
NAMURIANO
STRUNIANO
COUVINIANO
(I RECENTI)
(CASTIANO)
(TABIANIANO)
(ANDALUSIANO)
(ELVEZIANO)
(TONGRIANO)
(LUDIANO)
(BARTONIANO)
(LEDIANO)
(AUVERSIANO)
(SPARNACIANO)
(ILANDEIANO)
(PURBECKIANO)
(TITHONICO)
(SEQUANIANO)
(RAURACIANO)
(ARGOVIANO)
(ARGONIANO)
(WEALDIANO)
DOMERIANO
CARIXIANO
RHAETIANO
KEUPER
(CORNDYSLCO)
MUSCHEL-KALK
(HYDASPICO)
BUNTSANDSTEIN
ZECHSTEIN
ROTLIEGENDES
TRENANO
(COBLENZIANO)
(GOTLANDIANO)
(POTSDAMIANO)
(ACADIANO)
(GEORGIANO)


UNITÀ STRATIGRAFICHE
SEQUENZE DEPOSIZIONALI
ETÀ (milioni di anni)
SCALA CRONOSTRATIGRAFICA
SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO
SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE
SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE
Qc
Qc2
Qc1
SINTEMA DI COSTAMEZZANA
SINTEMA DEL T. STIRONE
Qm
Qm3''
Qm3'
Qm2
Qm1
ARGILLE AZZURRE
P1
P2
~0.12
~0.35-0.45
~0.65
~0.8
~1.0
~2.2
~3.6
PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE
PLEISTOCENE MEDIO
PLEISTOCENE INFERIORE
PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE
PLIOCENE INFERIORE
Superficie di discontinuità principale
Superficie di discontinuità minore



Scala cronologica del tardo Pleistocene e dell' Olocene


Cronologia e clima del Quaternario
EPISODI PARTICOLARI
CARATTERI CLIMATICI
Attuale
a.C.
800
2 600
4 000
5 500
7 000
8 300
8 800
9 800
10 350
11 300
14 000
15 000
B.P.
25 000
30 000
45 000
55 000
75 000
POST - GLACIALE
TARDI - GLACIALE
OLOCENE
WÜRM (Alpi)
Optimum climatico
Egesen
Daun
Gschnitz Bühl
mite secco
caldo umido
mite umido
mite
caldo secco
freddo secco
caldo
freddo
caldo
freddo
mite
glaciale
fresco
glaciale
fresco
glaciale
temperato caldo
8 300 a.C.
75 000 B.P.
127 000 B.P.
250 000 B.P.
700 000 B.P.
1 000 000 B.P.
1 800 000 B.P.
2 500 000 B.P.
Quaternario
Olocene
Würm
R-W
Riss
M-R
Mindel
G-M
Günz
D-G
Donau
Pre Donau
Pleistocene
SUP
MEDIO
INF
Pliocene
Terziario
1950
1850
1550
1350
1150
800
400
nascita Cristo
300
800
piccola età glaciale
avanzata glaciale
avanzata glaciale
2 avanzate glaciali
caldo
freddo
mite
freddo
caldo
fresco umido
caldo
freddo
ETÀ MODERNA
1492
MEDIOEVO
476
ETÀ ROMANA
ETÀ DEL FERRO
SUB - ATLANTICO

6 MODELLAZIONE SISMICA

6.1 CARATTERISTICHE STRUTTURALI E SISMOTETTONICHE

Le caratteristiche principali dei terreni affioranti nel territorio sono diversità di assetto, stile e comportamento tettonico.

Le unità stratigrafiche presenti nella zona a cui appartiene il territorio di Carpineti, sono rappresentate principalmente dalla Successione Epiligure (92%) ed in subordine dalle Unità del Dominio Ligure (8%) queste ultime costituiscono la parte meridionale orientale della superficie comunale ad alcune aree di ridotta estensione ai confini nord est e nord ovest.

Le unità quaternarie continentali, che rappresentano le litozone generalmente più influenzate dal moto sismico, costituiscono circa il (32%) del territorio.

Le sopracitate unità tettoniche, differenziatesi durante la fase ligure, nella quale si è verificato lo scollamento dalle successioni stratigrafiche ad esse sottostanti (Formazioni Pre-flysh), costituiscono la struttura a trhust in cui si distingue il susseguirsi di anticlinali sovrascorse ed embriciate vergenti a nord, e sinclinali generalmente meno deformate; tali pieghe sono ulteriormente dislocate da faglie dirette in genere anti appenniniche, che a zone hanno coinvolto anche i depositi pliocenici e quaternari.

Detti fattori nella fascia di transizione tra le strutture del margine appenninico, caratterizzato da fasi in sollevamento, e la zona della pianura (dove sono coperte dai depositi quaternari) prevalentemente soggetta a processi subsidenti, hanno generato una fascia di faglie e/o flessure a direzione appenninica, denominata Lineamento Frontale Appenninico nel quale le unità sovrascorse ed embriciate hanno indotto duplicazione delle strutture e coinvolto i depositi pliocenico quaternari.

6.2 INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO

L'assetto strutturale delle unità litologiche che formano il territorio di Carpineti è relativamente meno complesso e scompaginato rispetto ai comuni a sud ed a nord – nord ovest dello stesso e le prevalenti unità qui affioranti costituiscono la sinclinale Scurano – Vetto – Carpineti che tra Vetto e Valestra presenta asse orientato ovest – est con immersione ad est.

I termini che formano detta struttura, appartengono alla Successione Epiligure con percentuali rappresentate circa equivalenti tra il gruppo Bismantova e le formazioni della parte inferiore di detta successione: Antognola – Ranzano – Montepiano.

Nella fascia dell'appennino reggiano – modenese in oggetto le principali strutture tettoniche sono orientate in direzione appenninica (WNW - ESE) e generalmente delimitate a sud ed a nord da sovrascorrimenti e faglie con analoghe direttrici come evidenziano anche le linee tettoniche presenti immediatamente a sud ovest e a nord est della Successione Epiligure delle sinclinali di Scurano – Vetto – Carpineti, di Casina e di Viano.

Queste ultime sono ulteriormente dislocate da faglie a direttrice antiappenninica.

Nel settore meridionale del comune di Carpineti, sud del crinale M. Fosola – Crocetta – M. Bauzola – M. San Vitale – M. Valestra, costituto dalle Formazioni di: Ranzano – Antognola – Contignaco – Loiano – Marne di Montepiano, Brecce Argillose di Baiso e delle Unità del Dominio Ligure al bordo orientale centromeridionale – meridionale Formazioni di: Monghidoro e Monte Venere, l'assetto strutturale è moderatamente disarticolato ed evidenzia una disposizione "regolare" con immersioni principalmente orientate a nord ovest – nord. Nella parte settentrionale dell'area comunale l'assetto è relativamente meno disturbato dal punto di vista tettonico e presenta immersioni a sud est – sud ed a sud ovest nella parte nord orientale; in quest'ultima zona è caratterizzato da sovrascorrimenti a direttrice appenninica nella fascia il confine con i comuni di Casina e Baiso/Viano.

La zona centrale del territorio di Carpineti è caratterizzata dal nucleo della sinclinale di Scurano – Vetto – Carpineti contraddistinta da asse ovest est che si immerge in direzione orientale.

Il settore orientale meridionale ove è presente la transizione tra la Successione Epiligure e il Dominio Ligure evidenzia un assetto più disarticolato con immersioni orientate sia a sud che a nord e con strati rovesciati ed è contraddistinto da faglie antiappenniniche.

Dal punto di vista strutturale, nella fascia dell'appennino reggiano in oggetto, le principali linee tettoniche sono orientate in direzione appenninica (NW-SE), e sono ubicate principalmente nei settori meridionale e settentrionale del territorio rispettivamente a sud dell'allineamento Felina – Carpineti capoluogo ed a nord dell'allineamento Montecastagneto– Roncroffio – Branciglia/Pantano – Pulpiano.

L'assetto strutturale del territorio al quale appartiene il comune di Carpineti è caratterizzato dagli sovrascorrimenti principali a direzione ovest nordovest – est sudest rappresentati dal Fonte di Accavallamento del Basamento, presente circa in corrispondenza del confine comunale meridionale, dove assume orientamento ovest – est localmente secondo l'allineamento Busana – Villa Minozzo – Farneta – Palagano e da quello del Fronte di Accavallamento della Successione Carbonatica meso cenozoica riscontrabile 10/11 km a settentrione dal confine comunale con Casina.

Detta conformazione rappresenta la parte attualmente affiorante del thrust che durante il *Miocene* ed il *Pliocene* ha permesso l'embriciazione dell'appennino.

Un altro importante sistema di linee tettoniche è quello trasversale a direttrice antiappenninica sud ovest – nord est; i principali sovrascorrimenti a faglie di quest'ultimo che coinvolgono l'area di Carpineti sono la Linea del Secchia che interessa la zona meridionale circa secondo la direttrice Gatta – Bebbio – Muraglione, la linea Castelnovo né Monti – Felina Cigarello – Cà d'Orsini – Zoccadello nell'ultimo tratto circa corrispondente al all'andamento del T. Tresinaro sino al confine comunale.

Alcune delle linee tettoniche sopra descritte sono state influenzate da processi deformativi in periodi pleistocenico olocenici denotando quindi caratteri neotettonici.

Di dette linee quella principale di maggior estensione, individuata da Collagna a La Gatta – Muraglione – San Michele dei Mucchietti, è rappresentate dalla Linea del Secchia (CNR, P.F. G.S.N; 1983) (*Pleistocene*); componenti secondarie con analoghe caratteristiche sono individuate dalla Linea Casale – Villaprara/Savognatica – M. San Vitale e dalla Linea Casino –

Felina – Cigarello; queste ultime sono classificate come faglie attive recenti (<1Ma) (*M. Boccaletti, L. Martelli; 2004*).

Sono inoltre classificate strutture attive nel quaternario gli sovrascorrimenti presenti 10/11 km a settentrione dell'area di Carpineti quali la Linea San Polo – Puianello – San Ruffino – Maranello appartenente alla fascia del fronte di accavallamento del Lineamento Frontale Appenninico ed i sopracitati Fronte di Accavallamento del Basamento prossimo al confine comunale meridionale, Fronte di Accavallamento della Successone Carbonatica meso – cenozoica 10/11 km a settentrione.

I principali elementi tettonici lineari del sistema dislocativo appenninico che interessano il territorio di Carpineti sono:

- *Linea Cerezola – Canossa – Bettola – San Giovanni di Querciola – S. Romano – M. Baranzone:* si estende in direttrice ovest nordovest – est sudest, 5 km a settentrione del territorio comunale.
- *Linea Castelnovo né Monti – Felina – Cigarello – Baiso:* si estende in direzione ovest sudovest – est nordest, circa da Casino a Felina – Baiso e interessa il settore centrale del territorio comunale.
- *linea Garfagnolo – Casale – Fontanino – Savognatica – Fola di Sopra:* si estende in direzione ovest sudovest – est nordest secondo dette località ed interessa settore centro meridionale del territorio di Carpineti.
- *Linea del Secchia:* estesa in direttrice ovest sudovest – est nordest circa da Collagna a Talada – La Gatta – Bebbio – Muraglione – Area industriale Pescarolo; interessa il settore meridionale del territorio di Carpineti nella fascia estesa in senso ovest sudovest – est nordest, circa secondo l'allineamento Gatta – Colombaia – Cà de Lanzi.
- *Linea San Polo d'Enza – Puianello – Casalgrande – Sassuolo – Maranello:* si estende in direzione ovest nordovest – est sudest da San Polo a Maranello transitando circa 12 – 13 km a settentrione del confine Carpineti – Casina.

Di dette linee sono classificate strutture attive nel quaternario *(L. Martelli et Alii; 2016*)

- Linea del Secchia da Collagna a Gatta – San Michele dei Mucchietti; sovrascorrimento antiappenninico.
- Linea Casale – Savognatica faglia antiappenninica a cinematica non definita.
- Linea Casino – Felina – Cigarello; faglia diretta antiappenninica a cinematica non definita.
- Linea San Polo – Casalgrande – Maranello; sovrascorrimento appenninico.

È inoltre attribuita attività al fronte di accavallamento dal basamento transitante circa 0,5÷1,5 km a sud del territorio comunale con direzione nord ovest – sud est secondo l'allineamento Busana – Villaminozzo.

6.3 Attività tettonica

Le analisi relative alle strutture profonde redatte nell'ambito dell'elaborazione della *Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna (L. Martelli et Alii; 2016)* indicano attività della linea sepolta San Polo d'Enza – Puianello – Casalgrande – Maranello e per analogia anche degli sovrascorrimenti alla stessa sub paralleli che comprendono il Fronte di Accavallamento della Successione Carbonatica meso cenozoica; è inoltre attribuita attività alla Linea del Secchia, a direttrice antiappenninica, quest'ultima in base a studi del CNR – P.F. G.S.N. 1983, è caratterizzata da indizi neotettonici.

La fascia delle sorgenti sismogenetiche (DISS.3.3.1 – http://diss.rm.ingv.it/diss/) più prossima al territorio di Carpineti è rappresentata dalla Langhirano – Sassuolo a direttrice appenninica.

Detta zona: ITCS046, appartenente al Fronte di Spinta Pedeappenninico è costituita da una fascia di faglie attive che si estendono nel sottosuolo circa secondo l'allineamento Torrechiara – Bannone – Quattro Castella – Fiorano, confinate a nord – nord est dalle pieghe Emiliano – Romagnole; tale fonte sorgente è caratterizzata da ipocentri con profondità di 2 ÷ 8 km e Mw_{max}=6,8

Il territorio di Carpineti risente inoltre degli effetti della zona sismogenetica composita ITCS083 – Garfagnana costituita da una fascia estensiva formata da un insieme di faglie a direttrice appenninica, sita circa 30÷35 km a sud; tale fonte sorgente è caratterizzata da ipocentri con profondità di 1÷10 km e Mw_{max}=6,9.

I principali terremoti della zona Langhirano – Sassuolo sono avvenuti nel maggio 1501: Mw_{max} 6,0 (Maranello) per il quale non sono documentati danni nell'area di Carpineti, e per la zona della Garfagnana nel settembre 1920: Mw_{max} 6,5 che nell'area di Carpineti ha indotto effetti con I=7.

La Zonazione Simogenetica ZS9 attribuisce alla zona 913 un valore della magnitudo immediatamente superiore a quella documentata corrispondente a Mw=6,14.

Quanto esposto testimonia che l'attività sismica nell'area in oggetto è prevalentemente correlata alla fascia deformativa dei fronti di accavallamento delle pieghe del medio appenninico e pedeappenniniche.

Le prime di queste appartenenti al fronte compressivo appenninico sono costituite da un sistema di sovrascorrimenti/faglie orientati principalmente ovest – sudovest – est nordest ed in subordine antiappenniniche sud ovest – nord est, nelle quali gli ipocentri sismici si generano prevalentemente nei primi 20 km del sottosuolo con magnitudo massima stimata nell'appennino settentrionale corrispondente a Mw=6,0. Le pieghe pedappenniniche anch'esse facenti parte del fronte compressivo pedappenninico sono costituite principalmente da un sistema di faglie che si estende in direttrice ovest nordovest – est sudest, circa secondo l'allineamento S. Polo d'Enza – Vezzano sul Crostoso/Albinea – Rondinara/Scandiano – Sassuolo, assumendo una larghezza variabile tra 1,3 ÷ 2,5 ÷ 3,8 km, con valori minimi nei settori orientali (Sassuolo – Casalgrande), massimi nelle zone mediane (Vezzano – Albinea) ed intermedi nelle aree occidentali (Ciano d'Enza – San Polo d'Enza).

In tale fascia sorgente gli ipocentri si originano nei primi 10 km del sottosuolo ed hanno generato sismi con magnitudo stimata Mw = 5,6 ÷ 5,9.

Le analisi relative alle strutture dell'appennino settentrionale sviluppate nel contesto dell'elaborazione della Carta Sismotettonica R.E.R. (*L. Martelli et Alii; 2016*), in territorio di Carpineti non evidenziano la presenza di 1 epicentro sismico tra Poiatica ed il F. Secchia con 4≤Mw≤5; nel Catalogo Forti Terremoti in Italia (CPTI) è individuato un epicentro sismico con Mw=4,9 – I_0=7 in prossimità di Marola che causò danni in detta località avvenuto nel febbraio 1904. Il sisma che ha indotto gli effetti maggiori in detta zona è rappresentato da quello della Garfagnana verificatosi nel settembre 1920 con M≥6,5 – I_0=10.

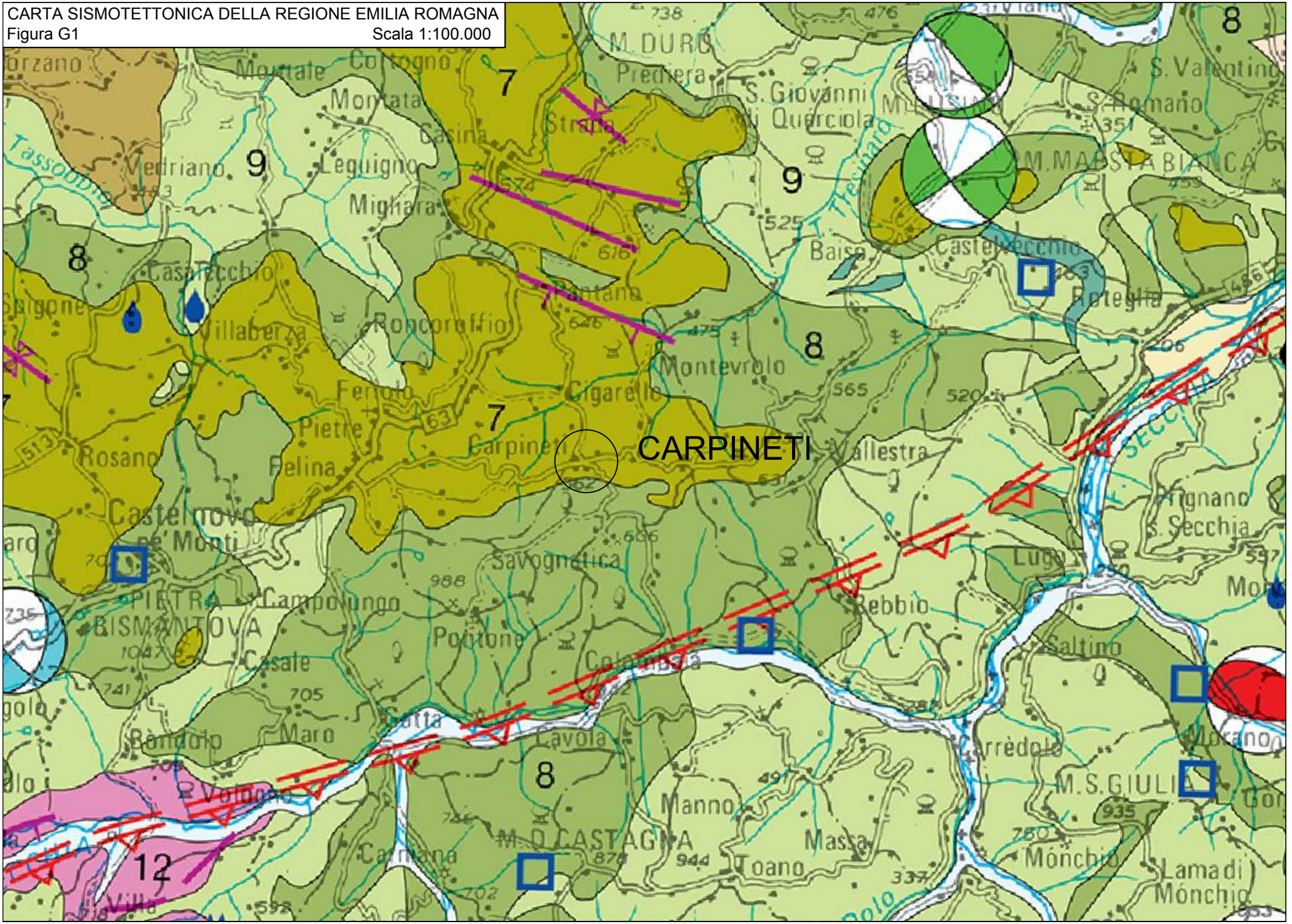
Nell'area circostante Carpineti capoluogo per un raggio di 15/20 km zono individuati 10 epicentri, 5 dei quali in sponda orientale del F. Secchia e 3 compresi tra quest'ultimo e la sponda orientale del T. Enza, 2 in sponda occidentale dello stesso.

Degli eventi sopra indicati quelli in destra Secchia, 2000/2002, distanti 13/19 km, hanno generato Mw = 3,75 ÷4,21, a profondità -18,5 ÷ -20,5 km, causati da processi compressivi, fa eccezione il sisma avvenuto in prossimità di Palagano di tipo più superficiale -5 km pc correlato a processi distensivi e con Mw = 4,24; i terremoti in sinistra Secchia sono avvenuti a distanze di circa 10/12 km da Carpineti capoluogo e 2 in territorio di Baiso nel 1991/1995 sono stati generati da stress trascorrimenti con profondità origine a -5 e -6 km pc ad Mw origine = 4,07 – 4,51, il terzo terremoto verificatosi in prossimità di Terminaccio, Castelnovo né Monti, 1992, con Mw= 4,07 e profondità -9,7 km pc è stato generato da processi distensivi.

I sismi avvenuti in sponda occidentale del T. Enza con fuochi origine a -22/-23,7 km ed Mw = 4,89 – 5,46 si sono verificati nella zona tra Buvolo e Lodrigiano (2008) e nel contermine comune di Castelnovo nè Monti ha indotto effetti I_0=5.

Nel territorio in analisi la sismicità è principalmente connessa all'attività dei processi deformativi che interessano le strutture superficiali – medie nei primi 10 ÷ 20 km del sottosuolo, prevalentemente collegati a meccanismi focali compressivi ed in subordine trascorrenti, in percentuale relativa inferiore sono correlati alle deformazioni compressive delle strutture medio profonde e profonde (20 ÷ > 35 km).

CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA
Figura G1 Scala 1:100.000



7 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio del medio appennino è stato interessato, in epoche passate, da azioni modellatrici che hanno inciso e profondamente modificato le morfologie preesistenti all'*Olocene*.

Gli agenti di maggior influenza sono stati le acque di scorrimento, la gravità e processi di detensionamento – rammollimento, fenomeni di dissoluzione e, non da ultimo, l'uomo che, sia in periodi storici che attualmente, ha profondamente variato le forme naturali proprie del territorio e indotto effetti che hanno modificato le stesse.

L'area in analisi, durante l'ultimo periodo glaciale: *Wurm* era sita al di sotto del limite delle nevi persistenti (stimato prossimo circa a 1500 m slm), nei territori a valle del margine dei ghiacciai che scendevano dal crinale appenninico (M.te Cusna e Alpe di Succiso).

L'aspetto del paesaggio era quindi in parte di prateria alpina con zone a vegetazione praticamente assente, tipico di ambiente morfoclimatico periglaciale, ed in parte con presenza di selva di conifere sostituite nelle zone a quote più basse da coperture arboree e arbustive a macchia.

In periodi precedenti all'ultimo glaciale a zone si erano depositati materiali con genesi correlabile ad ambiente freddo rappresentati dai sedimenti eolici, attribuibili al *Riss* quali quelli osservabili nelle aree 0,5 km a settentrione di Branciglia e nei pressi di del seminario dell'Abbazia di Marola; la prima di queste attualmente è quote più alte di circa 140 ÷ 170 m rispetto al fondovalle di Carpineti in corrispondenza dell'asta del T. Tresinaro, mentre i depositi di Marola sono sopraelevati di 250 ÷ 270 m rispetto a detto torrente.

I depositi in narrativa presentano caratteristiche granulometriche e pedogenetiche equivalenti ai depositi eolici di Selvapiana (M. Cremaschi, M. Bernini, C. Tellini; 1980) attualmente sopraelevati rispetto all'alveo del T. Enza di 200 ÷ 250 m; i sedimenti di Marola rispetto al sopracitato torrente sono a quote più elevate di 400 ÷ 420 m e nei confronti del F. Secchia di 450 ÷ 500 m.

Alcuni brandelli residuali di depositi, rilevati 0,5 ÷ 0,9 km a sud di Trinità e ad analoga distanza da Sanatorio, sono dubitativamente attribuiti a processi crionivali in ambiente periglaciale correlato al *Wurm*.

Durante il periodo wurmiano i territori di Carpineti – Castelnovo né Monti – Vetto erano caratterizzati da ambiente morfoclimatico periglaciale ed in subordine con a selva di conifere nelle zone a quote più basse. I depositi caratteristici di detto ambito, ampiamente studiati (cfr. *Geomorfologia dell'area costante la Pietra di Bismantova*, G.S.U.E.G. *Serv. Geol. It. XCVII, 1976; Geomorfologia del Territorio di Febbio tra il Monte Cusna e il Fiume Secchia, 1982, CNR G.R. Geomorfologia*), nell'area in esame sono attualmente rappresentati da relitti di più ampie superfici topografiche di glacis, che si estendevano radialmente a partire dalle dorsali arenacee scolpite nelle Arenarie Bismantova, di Marola e Formazione di Contignaco, che spiccavano nel territorio.

La loro genesi è stata favorita dall'assetto strutturale del Gruppo di Bismantova che ha inoltre consentito la locale preservazione di brandelli di detti depositi.

L'ubicazione di tali sedimenti, generalmente rilevabili attualmente in posizione di spartiacque ed a luoghi di cocuzzoli, le loro caratteristiche litologico sedimentarie, di spessore, di inclinazione p=5÷10%, li distinguono inequivocabilmente dai più recenti accumuli di frana, che si ubicano in settori di versante mediano o di fondovalle. Questi ultimi ammassi gravitativi sono inoltre costituiti da elementi litologici eterogenei immersi in una massa di fondo essenzialmente argillosa e non si evidenziano strutture o assetti deposizionali significativi relativamente ai blocchi lapidei; analogamente si differenziano i depositi di versante sia per la disposizione, classazione dei clasti lapidei e granulometrie dei terreni che per le pendenze del deposito.

Nel territorio della conca di Carpineti – Felina, si può ricondurre l'aspetto periglaciale del paesaggio wurmiano ad un'ampia superficie topografica, con andamento regolare e blandamente degradante verso il centro della valle wurmiano, circoscritto dalle dorsali rocciose di M. Valestra – M. S. Vitale – M. Fosola – M. Gazzo, M. Frambolara – Marola– M. Ferrara – M. Arno – M. Castellaro – M. Corvo – M. Pinaia, che hanno costituito un "microbacino sedimentario" a caratteristiche climatiche locali di ambiente crionivale come testimonia la diffusa presenza di vallecole a fondo concavo tipicamente ascrivibili a detto ambiente.

Sono altresì attribuibili alle sopracitate condizioni morfolimatiche i brandelli residuali a meridione del crinale M. Fosola – M. San Vitale – M. Valestra presenti a sud di Ceriola, Spignana, sud di La Creta, tra Pontone e Saccheggiana e ad est nordest di quest'ultima, quelli nel settore nord occidentale del territorio comunale tra Cà Grissi e Pietre Bianche.

La principale caratteristica morfologica dei depositi periglaciali è rappresentata da brandelli di superfici a bassa pendenza, nelle aree dove meglio conservati <6°, tra loro correlabili per quote che descrivono una persistente ampia area al altopiano che è attualmente e più elevata di 40/50 m rispetto all'alveo del T. Tresinaro nella conca di Felina – Carpineti e di 70/80 m nei confronti del F. Secchia in corrispondenza di Ceriola dove p=10°, nell'area di Spignana – La Cresta – Saccheggiana di 200/230 m rispetto a detto fiume.

I brandelli delle paleo superfici meno recenti formate dai loes rissiani pedogenizzati del Seminario dell'Abazia di Marola sono attualmente a quote più alte di 200/250 m rispetto all'alveo del T. Tresinaro e di circa 400 m nei confronti dei letti fluviali del F. Secchia e T. Enza.

Successivamente al *Wurm* durante *l'Olocene* le condizioni climatiche sono progressivamente mutate dapprima in Boreali e poi Atlantiche ed il conseguente scioglimento dei ghiacci ha determinato un innalzamento del livello del mare di 120/130 m, con massimo circa tra 7.500 e 6.000 anni bp. Nei tempi seguenti, circa tra 5.300 e 5.000 anni bp, tra 3.100 e 2.700 anni bp, 1.500 e 1.850 anni dC: piccolo glaciale, sono avvenute altre recrudescenze climatiche di minore intensità.

I depositi che si erano precedentemente formati in detti ambienti sono stati quasi completamente smantellati dalle azioni erosive delle acque e delle gravità.

In relazione alla posizione morfologica delle parti residuali delle sopraddette superfici, nella conca di Felina – Carpineti nella quale il T. Tresinaro, ha generato incisioni d'alveo sino a quote sottostanti di circa 40/45 m rispetto ai depositi periglaciali, si evince che dalle fasi

terminali del *Wurm* ad oggi, si sono sviluppate incisioni con velocità media di 0,5 cm/anno; in corrispondenza dell'alveo del Secchia presso Ceriola di circa 0,7/1,0 cm/anno.

Ne consegue che le fasi erosive nella zona in oggetto si sono sviluppate principalmente successivamente al *Wurm*.

L'avvicendarsi delle condizioni climatiche sopra descritte, diverse dalle attuali, nel periodo seguente al *Wurm* ha generato processi gravitativi, correlati a fenomeni di rammollimento e plastizzazione di litotipi essenzialmente argillosi – argilloso limosi, sia nelle zone di sorgenza per contatto che per saturazione dei pendii.

Detti processi, influenzati con tutta probabilità anche da eventi sismici, in alcune zone attualmente non sono in evoluzione o parzialmente stabilizzati, quali quelli osservabili tra il crinale Casoni – Cà Bigo e Onfiano – T. Tresinaro, tra Fontanino di Sopra e Rio Spirola, tra Codeghino e Campo Vecchio, a sud est di Paolano, tra Colombaia e T. Dorgola, tra Cà de Lenzi e C. Rovina, tra Bebbio e Prato, ecc.

Nell'area in esame sono altresì rappresentati processi di frana attiva, che coinvolgono una percentuale di territorio non elevata rispetto ai comuni contermini, con presenza anche di imponenti fenomeni franosi i più rilevanti dei quali si riscontrano a sud di Villaprara, tra la stessa e Musiara – Pontone – Saccheggiana, tra Vesallo – Cogliola, C. Carletto – Colombaia, sud di M. San Vitale, nord est di Valestra, Campovecchio, ecc.

La diffusione territoriale dei processi di frana denota un elevato grado di correlabilità con l'assetto geologico strutturale e caratteristiche litologiche dell'area comunale, come evidenzia in pratica la quasi assenza e non rilevante volumetria delle frane nelle parti centrali e settentrionali di territorio, zona compresa tra il crinale M. Fosola – M. San Vitale– M. Valestra e confine comunale nord, Marola – Branciglia – Pantano costituita dal nucleo della sinclinale di Scurano – Vetto – Carpineti, formata dalle rocce del Gruppo Bismantova che caratterizzano detta zona con paesaggi rupestri; fa eccezione a ciò l'area di Onfiano.

D'altra parte le aree con più diffusa presenza di processi di dissesto sono presenti nella fascia meridionale del territorio di Carpineti, zona tra il crinale M. Fosola – M. SanVitale– M. Valestra e F. Secchia, prevalentemente costituita dalle formazioni della parte inferiore della Successione Epiligure che nelle fasce di transizione tra le litozone principalmente arenaceo pelitiche, arenacee (CTG1 – CTG2 – RAN3 – RAN2 – LOI) e quelle marnose – marnoso argillose a brecce argillose (ANT – MVT – MMP – BAI4) sono caratterizzate da diffuse presenza di processi di frana.

Su dette condizioni di dissesto hanno probabilmente influito anche gli effetti del fronte di sovrascorrimento sepolto della linea del Secchia al quale sono attribuiti indizi di carattere neotettonico (CNR.PFG. Sottoprogetto Neotettonica; 1983).

Oltre ai suddetti processi sono diffusamente presenti altri fenomeni franosi di estensione relativa inferiore, rispetto a quelli sopra descritti, ma comunque di rilevante incidenza sulle condizioni generali di stabilità del territorio.

8 FORME, PROCESSI E DEPOSITI

Le condizioni che influenzano principalmente le amplificazioni del moto sismico in superficie sono correlate agli spessori e variazioni laterali in potenza dei depositi che rivestono i versanti ed i fondo valle, alla fratturazione delle rocce di substrato e loro diverso grado di consistenza/addensamento, cementazione, assetto strutturale, presenza di cavità, agli assetti topografici prevalentemente correlati ai differenziati grado di resistenza all'erosione delle unità rocciose.

In funzione di quanto esposto sono stati schematicamente discretizzate le principali litozone – morfologie che possono essere soggette ad amplificazione del moto sismico in superficie.

8.1 Depositi di Versante sl

Sono costituiti da materiali di a granulometria variabile prevalentemente sabbioso limosa – limoso argillosa con inclusi lapidei in percentuali variabili, generati da processi di degradazione meteorica per gelo/disgelo, dilavamento, ecc…

Occupano posizioni morfologiche e generalmente si localizzano al fianco ed in prossimità dei piedi dei versanti e generano superfici con inclinazione da media a medio bassa (20° ÷ 10°) e nelle zone di fondo vallecola dove costituiscono morfologie sub pianeggianti (< 5°).

Sono caratterizzati da spessori modesti mediamente compresi tra 2 e 4 m, localmente giungono a 5/6 m, da velocità di propagazione delle onde di taglio generalmente variabili tra Vs = 200/250 m/sec e 300 m/sec, presentano grado di consistenza di solito oscillante da medio a medio basso: N_{20}= 4/6 ÷8, qc=10÷14/18 kgf/cmq.

Si rilevano diffusamente in tutto il territorio comunale e tendenzialmente tendono a localizzarsi prevalentemente nelle zone centro meridionali, centro settentrionali ed in subordine nelle fasce settentrionale e sud orientali.

Le estensioni più significative si osservano tra Valestra – Montelago – Marossa – Fola di Sotto, tra C. Lagadelli – C. Monte Bebbio – F. Secchia, nord di La Giara, tra Savognatica e San Pietro, intorno di Paolano, tra Rola e Poiago, tra C. Spadaccini e Cà Braglia, intorno di Romagnano e di Le Casette, sud di Buramedia, Chieriso – Rio Fontanello, tra Poncema e Fabbrica.

8.2 Depositi fluvio torrentizi

I depositi alluvionali presenti nel territorio sono costituiti da ghiaie sabbiose ad assetto embriciato grossolanamente gradato che formano fasce nastriformi che si estendono in direzione ovest – est e sono principalmente rinvenibili ai lati e l'alveo del F. Secchia e del T. Tresinaro. Detti materiali che costituiscono le fasce nastriformi dei terrazzi alluvionali sono caratterizzati da presenza di componenti sabbiose – sabbioso limose in percentuale

nettamente subordinata rispetto alle ghiaie e pertanto non sono soggetti a potenziale pericolosità di liquefazione.

I depositi alluvionali sono principalmente rinvenibili in corrispondenza dell'asta del F.Secchia che attraversa formazioni a resistenza all'erosione relativa media nel settore meridionale del territorio e confine sud dei comuni di Toano e Villa Minozzo e la confluenza del T. La Dorgola nella parte occidentale Grotta - Colombaia, dove si rinvengono le alternanze arenaceo pelitiche della formazione di Ranzano - Varano de Melegari (RAN3) e Membro della Val Pessola (RAN2) ed in subordine Le Marne di Antognola, che sono sostituiti nella zona orientale Colombaia – T. La Dorgola dalle litozone a Brecce Argillose (BAI4) e marnose – marnoso argillose (MMP) e nel tratto più ad est strada C. Monte Bebbio – Falbio dalle alternanze calcareo marnose della Formazione di Monte Venere (MOV).

In tali litozone il F. Secchia ha generato un alveo fluviale relativamente ampio, con dimensioni trasversali relative maggiori nella zona occidentale da La Gatta ad affluenza del Fosso di Iatica, dove sono mediamente variabili tra 500 e 700 m, nel tratto ad oriente di detto fosso sino a confine orientale: Falbio la sezione dell'alveo straordinario oscilla in media tra 200 e 350 m.

Nel tratto tra Gatta e Velucciana la sponda settentrionale del F. Secchia è caratterizzata da acclivi scarpate strutturali correlate sia a fattori tettonici: linea del Secchia, che al grado di resistenza all'erosione delle alternanze arenaceo marnose della Formazione di Ranzano (RAN3 – RAN2).

Nella fascia centrale del territorio in corrispondenza del T. Tresinaro sono discontinuamente presenti depositi alluvionali i tratti principali dei quali tra M.no Giabatta Ronco e tra affluenza Rio Bortolotti/Tresinaro e Zoccadello in corrispondenza del quale l'affluenza del Rio Dorgola al Tresinaro forma una conoide.

Gli spessori maggiori dei depositi alluvionali terrazzati si riscontrano nel tratto orientale del F. Secchia ed all' affluenza del Rio delle Coste – Rio Torbido 10/15 m.
Tali materiali sono contraddistinti da velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio corrispondenti a Vs 250÷350 m/sec e presentano grado di consistenza e densità relativa medio elevati.

Gli analoghi depositi del T. Tresinaro e del Rio Spirola presentano spessori minori generalmente compresi tra 2/3 ÷ 5 m e sono contraddistinti da simili valori Vs 200÷250 m/sec e di consistenza.

Conoidi Alluvionali

Alla confluenza dei torrenti e rii minori con il principale asse idrico: F. Secchia si sono formate conoidi alluvionali, attualmente in evoluzione come all'immissione allo stesso del T. Secchiello e del Rio Spirola a La Gatta e alla confluenza del Fosso delle Coste – Rio Torbido in prossimità di Colombaia.
Detti depositi hanno spessori di 6/10 m e sono contraddistinte da Vs=200÷250 m/sec.

8.3 Depositi Crioniviali o da geliflusso

Sono rappresentati da superfici debolmente inclinate, a diverso grado di conservazione, che formano ripiani blandamente inclinati, oppure costituiscono affioramenti in lembi residui a quote tra loro correlabili; tali depositi sono generalmente ubicati su dorsali non direttamente raccordabili dal punto di vista morfologico con le zone dove si sono generati i detriti ed attualmente risultano posizionati in ambiti di inversione di rilievo rappresentati da modesti crinali secondari o superfici ad altopiano.

La genesi di detti depositi è correlata a processi di rammollimento superficiale (0,5-1,5 m) per azioni di gelo – disgelo in rocce ad alternanze pelitico arenacee e/o manose, argilloso – argillitiche che mantengono comportamento consistente alle profondità sottostanti (permafrost) ubicate in adiacenza a litozone prevalentemente arenitiche – arenitico pelitiche soggette a processi di crioclastismo, quali le arenarie di Pantano, Arenarie di Marola, arenarie conglomeratiche del Membro di Carpineti, areniti del Membro di Iatica, alternanze arenaceo pelitiche del Membro di Villaprara.

I depositi in narrativa sono formanti in prevalenza da materiali limoso argillosi inglobanti massi, blocchi e ciottoli lapidei a morfologia sub angolare, sub arrotondata; le dimensioni degli inclusi sono varie e la disposizione anche se appare tendenzialmente caotica, è generalmente contraddistinta dalla prevalenza percentuale degli assi maggiori degli elementi litici orientati secondo le linee di massima pendenza del versante, sono inoltre caratterizzati, in modo non molto diffuso, da strutture correlate a rimaneggiamenti per azione delle acque da scioglimento delle nevi e/o ghiacciai.

La messa in posto di tali depositi, in funzione delle quote che li contraddistinguono, delle relative posizioni morfologiche e delle caratteristiche climatiche che hanno interessato in passato il settore appenninico in oggetto, sono attribuibili a sedimentazioni sviluppatesi in un sistema morfoclimatico periglaciale (*Wurm*).

Campioni recuperati in un brandello di questi depositi in un'area del contermine comune di Castelnovo né Monti (La Mapriana) (*G.P. Mazzetti*; 2015), ad analisi ^{14}C hanno fornito età di 18.000 e 26.000 anni b.p. confermando l'attribuzione al massimo glaciale del *Wurm* delle sopradescritte paleosuperfici.

Detti depositi indistintamente identificati come: Depositi Glaciali e Periglaciali o Depositi Eluvio-Colluviali (leggenda CARG) nella cartografia geologica RER, sono definiti esclusivamente di tipo periglaciale o crionivale nelle cartografie di MS del territorio comunale di Carpineti.

Superfici relitte nelle quali si sono preservati i depositi periglaciali si rinvengono nel settore meridionale e nella zona centrale del territorio comunale.

Nel primo di questi compreso tra il crinale M. Fosola – M. San Vitale – M. Valetstra ed il F. Secchia si riscontrano a sud di Ceriola, a Spignana, a sud e nord nordovest di La Creta, tra Saccheggiana e Pontone.

Nella parte centro settentrionale sono presenti a Valbona (200÷500 m ad ovest del confine con Castelnovo né Monti) e giungono al bordo di detto confine, tra Sorchio – Carezza – Croce,

a Giaviello e a settentrione dello stesso ad oriente di via S. Martino, si rilevano inoltre nella zona al confine occidentale centrosettentrionale tra Cà Grissi e Pietre Bianche, ad ovest di Castello (Marola) ed al confine nord orientale in prossimità di Dorgola.

I depositi periglaciali presenti nella conca di Felina – Carpineti sono principalmente ubicati in crinali secondari costituiti da rocce argilloso marnose della Formazione di Cigarello ed in subordine marnose della Formazione di Antognola nel settore meridionale, soggette a processi di rammollimento superficiale (0,5-1,5 m) per azioni di gelo – disgelo (permafrost) ubicate in adiacenza a litozone prevalentemente arenitiche – arenitico pelitiche soggette a processi di crioclastismo quali le Arenarie di Marola, Formazione di Pantano, Membri di Villaprara- Pietra di Bismantova – Santa Maria di Carpineti.

I materiali che costituiscono detti depositi sono contraddistinti da velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio corrispondenti a Vs 200÷280 m/sec e presentano grado di consistenza medio – medio basso.

8.4 Depositi Eolici

Sono costituiti da materiali prevalentemente fini a granulometria limoso argillosa e limosa debolmente sabbiosa, intensamente pedogenizzati (*Braun Loess*).

Tali materiali sono prodotti dall'erosione in ambienti freddi, di tipo glaciale, che sono presi in carico e successivamente depositati dalle azioni dei venti che generano superfici a bassa pendenza 8° ÷ 10°.

Localmente sono caratterizzati da spessori mediamente compresi tra 5 e 15 m ed hanno velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio generalmente variabili tra Vs=150–180 m/sec ed in base a questi ultimi da un grado di consistenza medio basso, indicativamente N_{20} = 4/6.

Si rinvengono nel settore nord occidentale del territorio comunale nei pressi di del campo sportivo del Seminario dell'Abbazia di Marola e nell'area sede del cimitero della stessa, a nord di Monte Re, nord di Baciocca, 400 m a nord di Branciglia.

8.5 Forme Strutturali

Le forme del paesaggio direttamente correlate alla struttura del territorio: litologia ed assetto tettonico delle formazioni che lo costituiscono, in funzione degli effetti di focalizzazione delle onde sismiche in superficie per le condizioni topografiche, della maggiore accentuazione dei processi di detensionamento dei materiali rocciosi in corrispondenza delle scarpate e pendii e loro maggior grado di fratturazione, possono determinare accentuate amplificazioni del moto sismico in superficie.

Ne consegue che l'individuazione delle forme legate alle strutture costituisce un elemento base di principale importanza nelle analisi di microzonazione sismica.

Per quanto riguarda le rocce più resistenti si rilevano spiccate inclinazioni di pendio, condizionate prevalentemente da fenomeni di erosione selettiva, come è evidente per le formazioni prevalentemente arenitiche che costituiscono le parti perimetrali del territorio comunale circa da M. Frombolara a Marola – M. Ferrara – Anzagna / M. S. Maria – M. Castellaro e nella zona centro meridionale: crinale M. Valestra – M. San Vitale – M. Bauzona – Crocetta – M. Fosola.

Analoghe morfologie selettive caratterizzano le rocce arenacee – calacarenitiche dal Membro di Iatica nella zona di M. Lagoforno – M. Sassoso; assetti, a rilievo energico contraddistinguono i versanti tra Parciana e Campovecchio, arenarie del Membro di Santa Maria; simili morfologie ma con rilievo meno accentuato evidenziano le marne argillose della Formazione di Cigarello nel settore centrale del territorio nel crinale di La Costa e di Regnano – Riana – Cà de Beretti.

Un elevato grado di condizionamento sull'assetto del reticolo idrografico è stato esercitato dal grado di resistenza all'erosione delle rocce, unitamente al loro assetto strutturale, come evidenzia l'andamento del T. Tresinaro che si sviluppa principalmente incidendo le marne della formazione di Cigarello e che nella zona tra Ronco e Cerpiano, dove attraversa litozone prevalentemente arenitiche – arenaceo pelitiche, restringe la sezione d'alveo ed assume un andamento più tortuoso influenzato dalla presenza di linee di frattura/faglia.

Condizioni equivalenti influenzate dalla linea del Secchia, evidenzia il tracciato di detto fiume da Gatta a Colombaia alla affluenza del T. La Dorgola, dove nelle parti iniziali incide litozone marnose (ANT) e ad alternanze arenaceo pelitiche (RAN2) e in quelle più orientali litotipi a brecce argillose (BAI4), marnose (MMP) e calcareo marnose (MOV).

Controlli che hanno prodotto effetti simili sono stati esercitati delle caratteristiche strutturali delle formazioni litologiche che costituiscono il territorio, assetto a sinclinale, e dal sistema di fratture che lo scompone, come denotano il reticolo idrografico pseudo centripeto della conca di Felina – Carpineti e quello sub parallelo dei versanti settentrionali e meridionali del crinale M. Fosola – M. San Vitale – M. Valestra.

8.6 Forme carsiche

Nelle arenarie calcaree del Membro di Santa Maria (PAT4) tra M. Valestra e Grotta di San Michele e nel versante meridionale di M. San Vitale, sono presenti processi di dissoluzione carsica che si manifestano come pozzi, doline a fondo piatto e nel versante sud di Oratorio S. M. Maddalena in doline sventrate.

L'aspetto morfologico superficiale è contraddistinto da geometria sub ellittiche con pareti laterali acclivi con scarsa vegetazione.

Morfologie simili di tipo pseudo carsico evidenziate da avvallamenti a geometria sub ellittica ad ampi assi, variabili tra 200 e 400 m, con scarico idrico laterale al fondo, si riscontrano nel settore centrale 250 m ad ovest di Riana, 50 m ad ovest – nord ovest di Cà de Beretti e nella zona nord ovest del territorio comunale immediatamente a nord di Chieriso;

nelle due prime località dette geometrie modellano le peliti marnose a frazione arenacea delle Marne di Cigarello (CIG) nella terza località le Arenarie di Pantano (PAT).

Tali morfologie si sviluppano per dissoluzione superficiale al di sotto del manto di copertura eluviale e lo scarico delle acque avviene mediante incisione laterale al fondo dell'avvallamento.

Detti processi sono favoriti delle acque di fusione della neve ad elevato contenuto in CO_2 disciolta e quindi ad alta efficacia dell'azione chimica.

Al fondo dell'avvallamento di Chieriso sono presenti depositi eluviali a granulometria fine di colore bruno giallastro riconducibili a materiali residuali da processi di dissoluzione

8.7 Processi superficiali

Comprendono i processi che coinvolgono spessori di versante compresi tra 1/2 m a volte 3/4 m dall'interfaccia aria – suolo. Gli elementi che ne condizionano lo sviluppo e la tipologia sono: struttura, tessitura e litologia delle formazioni rocciose, acclività dei pendii, condizioni climatiche, forza di gravità e presenza o meno di copertura vegetale. Sono variamente diffusi su tutto il territorio comunale e di norma si esplicano in modo più generalizzato nei tipi litologici prevalentemente argillitici, marnoso pelitici e nelle alternanze pelitico arenacee con netta prevalenza pelitica che formano il settore centrale da Costa di Po a Cigarello e la parte meridionale del territorio comunale a sud del crinale M. Fosola – M. S. Vitale; detti processi sono diffusi in percentuale rappresentata nettamente inferiore, nelle fasce perimetrali dell'area comunale dove interessano i depositi e le coperture quaternarie a composizione prevalentemente limosa – limoso argilloso sabbiosa.

8.8 Processi di tipo lineare

Sono connessi alle precipitazioni atmosferiche e risultano distribuiti uniformemente sull'area studiata, modellano tutti i litotipi presenti e con particolari intensità quelli argillosi, argillitici, brecce argillose, marnosi, marnoso – argillosi.

Le zone interessate da erosione lineare attiva si contraddistinguono con assi di impluvi che tendono a progredire verso monte allargando le nicchie di degradazione che circoscrivono le vallecole. In queste ultime le scarpate in erosione attiva hanno altezze comprese in prevalenza tra 2 ÷ 3 m e 30 m; lungo dette superfici sono diffusamente presenti dissesti che generalmente coinvolgono i primi 1 ÷ 3 m del sottosuolo e frequentemente dette erosioni si rinvengono ai lati degli accumuli di corpi di frana.

Il progredire delle incisioni, unitamente alla sovrasaturazione in acqua, genera un incremento degli accumuli di materiale con evoluzioni in fenomeni di frana per colata.

I settori dove i processi sopra descritti risultano più diffusi, si osservano nella zona meridionale del territorio nella quale si sviluppano nelle litozone marnose – marnoso argillose – a brecce argillose e secondariamente nelle alternanze arenaceo pelitiche di RAN3; dette

attività nella zona tra Gatta – Iatica – Pontone – Velucciana originano marcati aspetti calanchivi.

Tali processi in presenza meno diffusa e con assi di incisione relativamente più pronunciati si riscontrano nel settore centro occidentale settentrionale nel quale scolpiscono le marne – marne argillose della Formazione di Cigarello; gli assi di erosione più accentuati in detta area sono individuati dai rii di: Lamburana – Riana – Minello – Giavello – San Prospero, rio tra Costa di Po e Valeccia, rio tra Carezza e Croce, al confine nord orientale ove si riscontrano le brecce argillose di MVT – BAI4 – BAI; in corrispondenza di questi ultimi nell'asse del Rio Dorgola si sviluppano vistosi aspetti calanchivi.

8.9 Processi Profondi

Rappresentano zone instabili o suscettibili di instabilità potenziale visualizzati della carta Geologico Tecnica come forme attive e forme quiescenti: di scorrimento, colata, complessa, scivolamento in blocco.

Concordemente alle caratteristiche geologico strutturali le condizioni del disseto individuano due macrozone a peculiarità differenziate tra la zona centrale settentrionale e quella meridionale.

La prima di queste costituita del nucleo della sinclinale Vetto – Carpineti e dall'ala settentrionale della stessa, che si sviluppa a settentrione del crinale M. Fosola – M. San Vitale – M. Valestra, ad eccezione della zona nord orientale di Onfiano – Montemalora – Cà Lama e di Ronteruolo – Sorgara, è contraddistinta da presenza poco diffusa di corpi di frana e quelli di maggior dimensione hanno volumetrie medie (*Fell;* 1994).

D'altra parte il settore di area comunale a meridione del sopracitato crinale e che si estende sino al F. Secchia e le zone nord orientali sopra descritte, sono caratterizzati da diffusa presenza di processi di frana che raggiungono frequentemente volumetrie molto – grandi ($1 \cdot 10^{-6} \div > 5 \cdot 10^{-6}$ mc).

Gli ammassi di frana attiva di maggiori volumetria e dimensioni si riscontrano nel settore meridionale del territorio comunale ad ovest e ad est di Villaprara, tra Spignana – Musiara – Pontone – Saccheggiana, tra Saccaggio – Rio Fontanino – Rio Spirola, tra M. San Vitale e allineamento Vallo/Vasirano.

Tali frane sono accomunate dalla fascia di transizione tra le litozone arenacee a ad alternanze arenaceo pelitiche permeabili delle Formazioni di Pantano (PAT) Contignaco (CTG1 – CTG2) e dalla Formazione di Antognola (ANT5) e le litozone marnose di quest'ultima (ANT). Equivalenti processi di dissesto caratterizzano il settore meridionale orientale circa tra Cogliolla – Vallo – Vasirano – Casteldaldo/Cà de Lanzi – Monte Quercia di Sopra – Poiatica – F. Secchia.

Imponenti corpi di frana di scivolamento in blocco (DPGV) e complessi si rilevano tra M. Valestra – Valestra – Villa – Formione e nel settore centro occidentale del territorio comunale tra Campovecchio e C. Codeghino; quest'ultima area è caratterizzata da un accumulo di scivolamento in blocco quiescente nella parte meridionale ed attivo nella porzione nord orientale di Campovecchio.

Gli ammassi di frana quiescenti di maggiori volumetria si riscontrano nel settore nord orientale tra Cà Bigo – Onfiano – T. Tresinaro, tra quest'ultimo e Cà Matta, tra Sorgara– Ronteruolo – Le Casette e 500 m a sud di Pianella, tra S. Caterina e Vesallo, tra Paolano e Fosso delle Coste, tra Villaprara e La Creta, a sud di Spignana, tra M. Lagoformo e Costa di Iatica, versante ovest di M. Lagoformo, tra Fontanino di Sopra/ Cà del Frate ed il Rio Spirola, tra Fosso di Gnana e Fontanino, a ovest di M. Lagoforno, sul versante orientale del M. Sassoso.

Per quanto riguarda i fenomeni franosi che risultano essere attivi va osservato che questi non sono generalmente soggetti a movimenti continui ma di tipo discontinuo nel tempo e con velocità variabili. In relazione a quanto esposto si evince che le forme di dissesto per colata o complesse, nelle quali non si è instaurato un reticolo idrografico superficiale gerarchizzato ed una copertura vegetale di tipo superiore, sono presenti zone contraddistinte da acclività del versante non congruente con i caratteri geomeccanici dei litotipi, denotano che sussistono condizioni di instabilità anche se al momento dell'osservazione non sono palesemente manifesti movimenti. Questi tipi di dissesto coinvolgono pendii con substrato prevalentemente marnoso – argilloso – argillitico – a brecce argillose e quelli dove sono presenti coperture di materiali sciolti.

Frequentemente detti fenomeni si innescano in prossimità di sorgenti di contatto e/o in zone di impluvio che favoriscono, unitamente alle precipitazioni atmosferiche, forti saturazioni in acqua dei terreni.

L'effetto conseguente è un appesantimento dei materiali ed una diminuzione della loro resistenza al taglio che, quando la quantità d'acqua inglobata è notevole, determinano traslazioni analoghe a quelle dei fluidi viscosi generando vere e proprie colate di fango.

Nei casi in cui le frane avvengono in prossimità di sorgenti di contatto, molto spesso i piani di movimento progrediscono verso monte coinvolgendo le unità lapidee, che sovrastano le argille e marne, in crolli più o meno estesi favoriti anche dal peso dei blocchi rocciosi. La conformazione tipica degli accumuli ha un netto sviluppo longitudinale con allargamento a ventaglio e corrugamenti nel fronte di frana. Questi tipi di movimento, come sopra descritto, sono diffusi sui versanti delle zone meridionali e orientali e nella zona nord orientale del territorio comunale.

Per quanto riguarda le diffuse presenze di dissesti a meridione del crinale M. Fosola – Crocetta – Castello Carpineti – M. San Vitale – M. Valestra una delle concause che ha contribuito ad accentuare le condizioni del dissesto è correlabile ai processi di sollevamento – traslazione tettonica della liea del Secchia e dell'approfondimento dell'alveo di incisione dello stesso di 75/80 m negli ultimi 10/12.000 anni.

8.10 Processi Antropici

L'uomo, influendo sul paesaggio con azioni di vario tipo, ha contribuito in molti casi ad alterare ed accelerare l'evoluzione naturale del rilievo; tali modificazioni hanno operato con intensità e metodologie diverse in relazione allo stadio di sviluppo infrastrutturale e produttivo dell'epoca in cui sono state effettuate.

In passato l'azione prevalente è stata il disboscamento di vaste aree, iniziato nel medioevo. Attualmente, sebbene queste attività sono diminuite in intensità, si possono ancora osservare in alcune fasce ad utilizzo agricolo intensivo predisposizioni al dissesto. L'eliminazione della vegetazione superiore, e quindi della protezione esercitata dalle radici e dal fogliame, comporta la genesi di processi erosivi, idrici e/o eolici con la possibilità di danni irreversibili per l'ambiente. Questo è dimostrato dalla diversa degradazione osservabile sui versanti a seconda che sia presente o meno una copertura boschiva. Nel primo caso infatti sono più frequenti movimenti lenti, tipo creeping, mentre nel secondo (assenza) prevalgono movimenti relativamente più veloci tipo soliflusso o frana.

Alle zone disboscate vengono poi spesso imposte altre modificazioni tra cui quella certamente più diffusa è l'aratura, generalmente eseguita secondo le linee di massima pendenza dei versanti. Ciò determina lo spostamento dei terreni dalle zone di monte verso quelle di valle e la possibilità per le acque di pioggia di penetrare più profondamente nel terreno. Inoltre, poiché generalmente il dissodamento coinvolge profondità maggiori rispetto al passato ed è trascurata l'esecuzione dei solchi sgrondanti trasversali ai campi, a zone sono prodotti interramenti di sorgenti, si generano condizioni che predispongono l'innesco di fenomeni di soliflusso o processi di frana.

Un ulteriore fattore che facilita oggi il dissesto dei versanti è correlabile sia all'abbandono o sottoutilizzo dei campi coltivati che alla realizzazione di infrastrutture eseguite in passato che hanno intersecato superfici di discontinuità preesistenti.

Oltre alle attività descritte nell'area di Carpineti l'azione antropica ha notevolmente modificato il territorio mediante attività estrattive sviluppate nel settore sud orientale dell'area comunale circa tra Vasirano – C. Palmone – Poiatica – Prato – Quarello, analoghe attività sono in essere circa 400÷600 m ad est di Vesallo e 550÷800 m ad est di Coliolla.

La prima zona: Vasirano – Poiatica – Prato è stata utilizzata per la realizzazione della Discarica Intercomunale per Rifiuti Solidi Urbani di Poiatica nella quale sono stoccati spessori di RSU di 30/50 m.

Oltre alle sopradescritte aree sono presenti localizzate zone, di modesta estensione, nelle quali sono stati effettuati rimodellamenti e accumuli di materiali di riporto.

Negli ambiti con presenza di depositi antropici, date le scadenti qualità geomeccaniche ed i carenti gradi di addensamento dei materiali, eventuali utilizzi dei siti saranno da subordinare ad idonei ed adeguati interventi di consolidamento.

8.11 Dinamica dei Versanti

Le forme e processi evolutivi sia attivi che non in evoluzione sono e sono stati sensibilmente influenzati dalle erosioni di sponda e di fondo del fiume Secchia che nella zona in oggetto ha costituito il livello di base per i suoi affluenti progressivamente approfonditosi negli ultimi 10.000-12.000 anni (dal Pleistocene all'Olocene), determinando un'incisione localmente stimabile di circa 70 /80 ÷ 90 m.

Tali approfondimenti d'alveo sono comprovati dall'altezza delle scarpate che terrazzano i depositi pleistocenici di ambiente periglaciale presenti tra Ceriola e Costa di Iatica.

Analoghi effetti sono presenti nella conca di Felina – Carpineti dove gli equivalenti depositi sono sopraelevati di circa 45÷50 m rispetto all'alveo del T. Tresinaro.

Testimonianze di deposito e successiva erosione, relativamente più recenti, sono evidenziate dai sedimenti alluvionali terrazzati presenti circa 4,5 km a ovest di ponte Gatta che sono delimitati, verso l'alveo attuale, da orli di scarpata di incisione fluviale non attiva che scolpiscono sia gli stessi che le formazioni pre quaternarie ai bordi dell'asta idrica con altezze di 25÷30 e nei quali sono presenti doline riprodotte.

Le fasi erosive fluviali successive hanno generato scarpate di erosione che terrazzano le alluvioni recenti, per altezze comprese tra 2 e 3/4 m; gli orli di scarpata attualmente in evoluzione hanno generalmente altezze oscillanti tre 1 e 2/3 m.

La variabilità in altezza di dette scarpate consegue dalle variazioni delle quote del piano campagna determinate dagli incrementi di spessore dei materiali di deposito riscontrabili in prossimità delle confluenze dei rii e torrenti all'asse del F. Secchia.

I vari ordini di terrazzamento locali e le relative altezze evidenziano una dinamica delle evoluzioni fluviali relativamente rapida.

I progressivi approfondimenti dell'area sede dell'alveo di piena ordinaria e del letto d'inondazione hanno determinato incrementi dell'acclività dei versanti latistanti il fiume ai quali è conseguito lo svilupparsi di fenomeni franosi.

La maggior parte di questi ultimi, che giungono con il fronte sui terrazzi alluvionali recenti, attualmente non sono in evoluzione.

Nell'ambito di quanto esposto si riscontra che alcuni accumuli di frana, come quelli in sponda settentrionale del Secchia sono interessati da scarpate di incisione fluviale attiva che coinvolgono la parte frontale dell'ammasso.

Tra questi si riscontrano gli accumuli a sud di Costa di Iatica, gli ammassi nel tratto tra Coliolla e Rio di Pietra, le frane ad est di Quercioli. Condizioni simili contraddistinguono anche accumuli di frana quiescente a sud – sud est di Velucciana, a sud est di Coliolla e quelli ad ovest di Falbio.

9 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

9.1 Caratteristiche idrogeologiche

L'assetto delle formazioni della Successione Epiligure nel territorio di Carpineti è caratterizzato da inclinazioni degli strati orientate principalmente nord – nord ovest nel settore meridionale dell'area comunale dal T. Secchia al crinale M. Fosola – M. San Vitale – Rosano – Predella – Rodogno – M. Valestra ed in direzione sud – sud est nelle zone settentrionali – settentrionali orientali zone a sud di Migliara – M. Ferarra – M. Arno, da quest'ultimo a M. S. Maria le immersioni sono orientate a sud ovest; da detta cima a M. Uccellara sono inclinate ad ovest; nella parte occidentale: Marola – le immersioni sono orientate ad est.

Detti assetti che costituiscono le fasce perimetrali occidentali – settentrionali – orientali e centro meridionali del territorio sono costituiti da formazioni prevalentemente arenitiche e ad alternanze arenaceo pelitiche con rapporto arenaria – pelite A/P>3 (CIG4 – PAT – PAT4 – PAT5 – CTG2 – CTG1 – ANT5) a permeabilità secondaria di grado medio– medio elevato ($K=1\cdot10^{-3}\div1\cdot10^{-5}$cm/sec) con caratteristiche di rocce serbatoio.

Alle litozone sopra descritte subentrano nella zona centro occidentale circa tra il capoluogo – croce – Costa di Po – Regigno subentrano litotipi marnoso pelitici (CIG) a permeabilità molto bassa /praticamente nulla ($K\leq1\cdot10^{-7}$ cm/sec); similmente nella fascia ovest – sud ovest – est nord est circa da Costa di Iatica a Saccheggiana – Savognatica – Giara – Fola di Sopra – Montelago le sequenze arenitiche sono a loro volta sostituite da litozone marnose (ANT – $K\leq1\cdot10^{-7}$cm/sec). Queste ultime in direzione meridionale sono a loro volta rimpiazzate da alternanze arenaceo pelitiche con rapporto arenaria – pelite 3>A/P>1/3 C (RAN3 – RAN2) ed al bordo orientale del territorio da arenarie – alternanze arenaceo pelitiche – marne calcaree con analoghi valori di permeabilità (LOI – MOH – MOV); fa eccezione il settore meridionale orientale circa tra C. Carletto – Vesallo – Lovaro – Monte – Prato – F. Secchia ove si riscontrano principalmente litozone marnose ed a brecce argillose (MMP – BAI4) con permeabilità di grado molto basso: $K<1\cdot10^{-7}$cm/sec.

Le coperture quaternarie, a permeabilità primaria con valori molto variabili, sono tendenzialmente presenti in percentuale più diffusa nei settori meridionali e nord orientali, rispettivamente nella fascia ovest tra il crinale M. Fosola – M. San Vitale – M. Valestra – F. Secchia e tra Rio Fontanelle – M. S. Maria – Rola – Le Casette – Formione.

Nei settori meridionali dette coperture sono principalmente costituite da accumuli di frana ed in subordine da depositi di versante sl, che si sviluppano nei substrati argilloso/argillitici e marnosi, che sono contraddistinte da grado di permeabilità basso – molto basso ($K=1\cdot10^{-5}\div1\cdot10^{-7}$ cm/sec), i principali di questi si riscontrano tra Cogliolla – Vesallo – Vasirano – Lovaro – C. Palmone – Quercioli – F. Secchia.

Nel settore nord orientale le percentuali di tali coperture sono praticamente equivalenti con tendenziale predominanza di depositi di versante sl.

I depositi alluvionali nella zona centrale del T. Tresinaro, sono generalmente di modesto spessore <3/5 m, mentre si differenziano quelli dell'asta del F. Secchia, le conoidi del Fosso delle Coste – Rio Torbido e del T. Secchiello dove giungono a 10 ÷ 15 m; detti sedimenti costituiscono strette fasce allungate secondo gli assi dei corsi d'acqua ai bordi dei quali sono terrazzati per orli di erosione fluviale di 3/4÷5 m con l'eccezione del T. Secchiello dove gli orli di terrazzo giungono ad altezze di 10 m; tali corpi sedimentari sono contraddistinti da grado di permeabilità medio elevato: $K=1\cdot10^{-3}\div1\cdot10^{-4}$ cm/sec).

I depositi alluvionali sono generalmente caratterizzati da permeabilità da media ad elevata ($K=1\cdot10^{-2}\div1\cdot10^{-4}$ cm/sec).

9.2 Caratteristiche idrogeologiche

Le varie unità idrogeologiche che formano il territorio sono suddivisibili in rapporto al tipo di genesi e permeabilità come di seguito esposto:

A. Rocce a permeabilità primaria per porosità
B. Rocce a permeabilità secondaria per fessurazione
C. Rocce impermeabili

In funzione delle caratteristiche granulometriche generali prevalenti dei depositi e del grado di fratturazione delle rocce, le litozone presenti nell'area comunale sono state schematicamente discretizzate nelle classi successivamente descritte.

9.2.1 Serie Idrogeologica

A) Unità a permeabilità primaria per porosità

Include tutti i depositi che non hanno subito intensi processi diagenetici e dove la circolazione dell'acqua è correlata a condizioni singenetiche.

a1) Grado di permeabilità elevato

Include i depositi quaternari con grado di permeabilità: $K\geq1\cdot10^{-3}$ cm/sec, costituiti da alluvioni ghiaioso sabbiose, conoidi di deiezione, detriti di falda, frane di crollo e di crollo in blocco e di scivolamento prevalentemente formate da blocchi e massi (rock glacier).

In tali materiali la circolazione idrica è prevalentemente orizzontale e la potenzialità idrogeologica, in funzione della volumetria del serbatoio, può essere da modesta a cospicua.

Poiché in questi depositi si sono generati in sistemi morfoclimatici variabili, è possibile la presenza di subordinate intercalazioni di livelli a grado di permeabilità molto basso che possono generare più falde sovrapposte.

a2) Grado di permeabilità medio basso

Depositi quaternari con componenti limose – limoso argillose in contenuto percentuale medio – medio elevato con presenza di inclusi lapidei di varia dimensione e in percentuale variabile; l'accumulo è generalmente caratterizzato da diffusa fessurazione.

Comprende i coni di detrito non in evoluzione, frane di colata in evoluzione.

Detti corpi generalmente hanno permeabilità compresa tra $1 \cdot 10^{-4} \geq K \leq 1 \cdot 10^{-6}$ cm/sec. e la circolazione idrica è sia orizzontale che verticale.

Data la struttura deposizionale dei depositi che formano gli acquiferi si può avere la presenza di più livelli saturi in acqua, in genere di spessore non rilevante, con intercalati strati impermeabili.

La produttività idrica potenziale è di tipo medio – medio basso.

a3) Grado di permeabilità medio basso – basso

Comprende i depositi quaternari dove la percentuale delle componenti limose è nettamente prevalente, rappresentati da depositi per geliflusso, depositi eluvio colluviali, depositi di versante s.l.

In questi acquiferi il grado di permeabilità varia tra $1 \cdot 10^{-5} \geq K \leq 1 \cdot 10^{-7}$ cm/sec.

La circolazione idrica predominante è quella verticale ed in funzione dello spessore dei corpi sedimentari si hanno gradi di produttività da modesti a significativi.

Gli acquiferi in esame immagazzinano generalmente quantitativi d'acqua non trascurabili ma di scarsa qualità.

a4) Grado di permeabilità molto basso

Sono costituiti da depositi con netta prevalenza in componenti limoso argillose quali gli accumuli di frana non in evoluzione (quiescenti), le frane in evoluzione che si sviluppano in formazioni essenzialmente argillose – argillitiche o marnoso pelitiche, depositi di versane s.l. in analoghi substrati.

In detti acquiferi il grado di conducibilità idraulica è inferiore a $K \leq 1 \cdot 10^{-7}$ cm/sec.

La circolazione idrica è ridotta e si sviluppa sia sulla verticale che in orizzontale.

La potenzialità idrica produttiva potenziale è modesta – molto modesta ed in genere le acque immagazzinate sono di qualità scadente.

B) Rocce a permeabilità secondaria per fessurazione e/o dissoluzione

Include le formazioni del substrato roccioso nelle quali la circolazione idrica è correlata alla fratturazione delle rocce conseguita agli stress tettonici subiti dalle stesse e da fenomeni di dissoluzione delle rocce.

b1) Grado di permeabilità medio – medio elevato

Comprende tutte le formazioni prevalentemente arenacee nelle quali la presenza di interstrati pelitici è nettamente subordinata, i flysch calcarei e calcareo marnosi intensamente fratturati, le zone di faglia; i tipi rocciosi di tale classe sono

rappresentati da litofacies arenaceo conglomeratiche di Ranzano (RAN2a) arenacee di Antognola (ANT5), arenacee – arenaceo calcaree della Successione Epiligure (CIGa – CIG4 – PAT – PAT5 – PAT4 – CTG2 – LOI).

Sono corpi dove la circolazione idrica sotterranea è sia di tipo verticale che orizzontale; i valori di permeabilità variano in funzione del tipo di fessurazione ma risultano essere tendenzialmente corrispondenti a: $1 \cdot 10^{-3} \geq K \leq 1 \cdot 10^{-5}$ cm/sec.

Detti acquiferi hanno una buona produttività idrogeologica e sono sede di captazione di sorgenti ad uso civile.

b2) Grado di permeabilità medio basso

È rappresentato dalle formazioni costituite da alternanze di strati arenacei e pelitici con rapporto arenaria/pelite 3>L/P>1/3, comprende membri dellaV Successione Epiligure (CTG1), membri della Formazione di Ranzano (RAN3 – RAN2), le alternanze arenaceo pelitiche e calcareo marnose liguri (MOH – MOV).

In tali litotipi la circolazione idrica è sia verticale che orizzontale con prevalenza di quest'ultima.

I valori di permeabilità in funzione del tipo di fessurazione sono in genere equivalenti a $1 \cdot 10^{-4} \geq K \leq 1 \cdot 10^{-6}$ cm/sec e la potenzialità idrogeologica è medio bassa.

b3) Grado di permeabilità basso – molto basso

Include le formazioni pre quaternarie marnoso siltose con subordinata presenza di interstrati/filoni arenitici pelitici della Successione Epiligure (CTG).

La permeabilità per fessurazione presenta valori prevalenti corrispondenti a $1 \cdot 10^{5} \geq K \leq 1 \cdot 10^{-7}$ cm/sec; tali litozone sono caratterizzate da circolazione idrica limitata che può diminuire nel tempo conseguentemente all'intasamento delle fratture.

La produttività idrogeologica è modesta.

C) Grado di permeabilità molto basso – praticamente nullo

È costituita dalle formazioni prevalentemente marnose – marnoso argillose, argilloso–argillitiche, a brecce argillose; a tale classe appartengono le litozone marnoso argillose e argillose della Successione Epiligure (CIG – MVT – ANT – MMP – BAI – BAI4), le formazioni argilloso – argillitiche e prevalentemente pelitiche del Dominio Ligure (AVV – SCB).

Tali litotipi possono presentare una limitata circolazione idrica coticale nelle parti superficiali più alterate; nell'insieme sono conduttori idraulici molto scadenti: $K < 1 \cdot 10^{-7}$cm/sec, e l'eventuale immagazzinamento in acqua risulta molto difficilmente mobilizzabile.

Ne consegue che dal punto di vista idrogeologico hanno produttività trascurabile – praticamente nulla.

Possono però essere presenti in tali unità litologiche emergenze conseguenti ad opere di drenaggio interne al terreno eseguite allo scopo di consolidare parti di versante.

9.3 Caratteristiche idrogeologiche territoriali

In funzione delle caratteristiche di permeabilità delle formazioni sopra descritte e del loro assetto strutturale, si evince che le parti perimetrali del territorio comunale e quella centromeridionale (M. Fosola – M. Valestra) sono costituite da rocce serbatoio (CIG4 – PAT – PAT4 – PAT5 – CTG2 – ANT5) nelle quali possono infiltrarsi ed accumularsi le acque di precipitazione meteorica: queste ultime in rapporto alle inclinazioni degli strati rivolte a sud est nella parte occidentale, sud ovest nella zona nord orientale, a nord ovest nel settore meridionale, si accumulano nel sottosuolo ad al passaggio con le litozone marnose delle Formazione di Cigarello (CIG) generano le sorgenti di contatto che hanno originato ed alimentato il T. Crostolo.

Ne consegue che la prevalente parte del territorio comunale di Carpineti formata dalle unità della Successione Epiligure costituisce un bacino idrogeologico strutturale sede di un acquifero di principale importanza.

Possono altresì assumere localmente potenzialità di grado medio – medio basso le aree nelle quali i primi 5/15 m del sottosuolo sono formati da depositi di versante e/o accumuli di per scivolamento in blocco frana, quali quelle della parte centro meridionale orientale del territorio e Capovecchio e del settore orientale centro settentrionale di Valestra. Analogamente denotano media – medio bassa potenzialità gli accumuli di frana nord est di Onfiano, quello occidentale meridionale di Fontanino – Mulino di Gnana, le diffuse presenze di depositi di versante – detriti di falda – corpi di frana tra Spignana/Pontone – Villaprara – Topognana, i depositi/detriti di falda e frane Paolano – tra Cà di Jario – Savognatica – S. Pietro, le analoghe coperture tra Colombaia di Secchia – Colliolla – S. Caterina – Vasirano e quelle equivalenti tra Campiano – Montelago, tra Casteldaldo – Bebbio – Ronco – Falbio – T. La Dorgola.

Le fasce di terrazzo fluviale sono prevalentemente non saturate da apporti idrici dei torrenti che svolgono principalmente azione drenante rispetto alle fasce loro latistanti e pertanto solo occasionalmente e temporaneamente possono costituire orizzonti acquiferi.

In funzione di quanto sopra esposto si evince che nelle aree perimetrali e centro meridionali del territorio comunale, zone di depositi di versante e di frana, fasce di terrazzo e alveo fluviale è opportuno/necessario evitare insediamenti di attività potenzialmente inquinanti o qualora gli stessi siano presenti programmarne la delocalizzazione.

10 CARATTERI GEOLOGICO TECNICI

L'analisi delle caratteristiche litologico tecniche generali del territorio relative ai primi 5/10 ÷ 20 m del sottosuolo dell'area Comunale di Carpineti è stata sviluppata in base agli aspetti geomorfologici, all'esame delle colonne litostratigrafiche di sondaggi geognostici, prove penetrometriche, prospezioni geofisiche, alle documentazioni e pubblicazioni in materia. Indagine Geologico Ambientale del PSC 2008.

Le aree di versante sono principalmente soggette le tensioni che si sviluppano in senso orizzontale che inducono azioni taglianti nei materiali che formano il sottosuolo; né consegue che anche se ad una prima analisi i litotipi indicano valori di resistenza meccanica medi – medio elevati (N_{20}>5/8; N_{spt} 7/12) assume importanza fondamentale la presenza o l'assenza di pronunciate differenze di resistenza meccanica sulla verticale poiché tale aspetto può far insorgere deformazioni che si sviluppano sull'orizzontale determinando azioni di taglio che possono generare il collasso di parte del versante originando dissesti per frana.

10.1 Caratteristiche litotecniche

In considerazione del modesto numero di verticali geognostiche recuperate nel territorio di Carpineti per le valutazioni generali delle caratteristiche di resistenza dei terreni è stato fatto riferimento a prove geognostiche effettuate nei comuni contermini in terreni simili/equivalenti a quelli presenti nell'area di Carpineti.

Le indagini geognostiche esaminate, ad eccezione delle aree con presenza di substrato lapideo sub affiorante, evidenziano la generale presenza di unità litotecniche con spessori mediamente variabili da 2/3 a 5/6 m contraddistinte da N_{20} = 3/4÷6, alle quali si intercalano locali strati e/o sostituiscono lateralmente orizzonti con $N_{20}\leq 3$; generalmente tali terreni sono contraddistinti da Vs = 180/250 m/sec nei primi 3/4 m pc e Vs=250÷350 m/sec sino a -5/-7 m pc; nelle sopracitate zone di substrato subaffiorante gli orizzonti a scadenti caratteristiche geotecniche hanno spessori di 1/2 m e sono contraddistinti da N_{20}=1/4.

A dette litozone seguono unità caratterizzate da elevati valori di resistenza meccanica: $N_{20}\geq 20/30$, e velocità di propagazione delle onde di taglio comprese tra Vs = 350/400 m/sec generalmente si rinvengono a quote sottostanti -5/-7 m pc.

Si differenziano dalle sopradescritte caratteristiche le aree dove sono presenti accumuli di frana sia quiescenti che classificati attivi, nei quali le sequenze litotecniche a caratteristiche geotecniche di insieme scandenti, con presenze di strati di spessore metrico con N<2/3, giungono a -5/-6 ÷ -10/-15 m pc; in genere detti corpi sono contraddistinti da Vs=160/250 m/sec nei primi 4/6 m del sottosuolo e da Vs = 250/350 m/sec sino a -8/-15 m pc.

Ne consegue che dette condizioni richiedono accurate valutazioni dei processi deformativi che possono svilupparsi sull'orizzontale e pertanto le stime della possibilità di utilizzo ai fini edificatori sono subordinate all'analisi delle condizioni di stabilità dei versanti.

I litotipi di substrato presenti nel territorio di Carpineti dal punto di vista geotecnico sono state schematicamente discretizzate come di seguito esposto:

LITOTIPI	FORMAZIONE O UNITÀ	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE
Prevalentemente argillosi – argillitici, Flysch prevalentemente pelitici molto fratturati	AVV –SCB –MMP – MVT– BAI – BAI4	Scadenti Medio scadenti
Marne, Alternanze arenaceo pelitiche e arenarie scarsamente cementate	CIG – CTG – CTG1 – ANT – RAN3 – RAN2 – LOI – MOH – MOV	Medie
Arenarie, alternanze arenaceo pelitiche con prevalenza arenarie	CIGa – CIG4 – PAT – PAT5 – PAT4 – CTG2 – ANT5 – RAN2a –RAN3b	Medio elevate elevate

Per quanto riguarda i depositi quaternari, la discretizzazione geotecnica è schematicamente riassumibile come di seguito indicato:

LITOTIPI	DEFINIZIONE	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE
Argille Limi	Suoli e strato superficiale, frane attive, riporti antropici	Scadenti
Argille limose con clasti rocciosi e massi	Frane quiescenti, detriti di falda, depositi eluvio colluviali depositi di versante s.l.	Medio scadenti medie
Limi argilloso sabbiosi con clasti lapidei e massi – sabbie – sabbie ghiaiose	Depositi per geliflusso Depositi pleistocenici Depositi alluvionali	Medie medio elevate

10.2 Suscettività alla liquefazione

I depositi alluvionali terrazzati presenti nel territorio di Carpineti sono caratterizzati dalla netta prevalenza di granulometrie ghiaiose con presenza praticamente trascurabile di materiali più fini sabbiosi – sabbioso limosi; oltre a ciò nelle fasce di terrazzo alluvionale è prevalente l'assenza di falda idrica sotterranea; tale condizione può temporaneamente instaurarsi in occasione delle onde di piena.

Detti materiali, superati i primi 1/2 m dal piano campagna sono contraddistinti da $N_{20}>20$ e $Vs\geq230/250$ m/sec sino a -5/-7 m pc e da $Vs\geq500$ m/sec alle profondità sottostanti. Ne consegue che detti litotipi non sono soggetti a pericolosità di liquefazione.

I depositi di versante sono prevalentemente costituiti da materiali fini limoso argillosi che in base ad alcuni campioni di terreno prelevati nell'area di Carpineti sono generalmente caratterizzati da valori dell'indice di plasticità 22/40 ed indice di consistenza maggiore di 1; ne consegue che detti litotipi non sono soggetti a pericolo di liquefazione.

In funzione della variabilità dei caratteri geotecnici dei terreni sia sulla verticale che sull'orizzontale e dello spessore delle unità litotecniche soggette ad amplificazione d'onda in occasione di eventi sismici, particolare attenzione è da adottarsi per gli interventi edilizi.

11 SEZIONI GEOLOGICHE

La principale caratteristica del territorio di Carpineti è l'assetto a sinclinale delle formazioni e membri della Successione Epiligure che costituiscono la prevalente parte della superficie comunale.

Detta successione è interrotta nei fianchi orientali e meridionali orientali da sovrascorrimenti e faglie che la mettono a contatto con le formazioni del Dominio Ligure.

Analogamente nella fascia settentrionale al confine con il comune di Casina, è delimitata da faglie che nella parte occidentale la scompongono dalla sinclinale d Casina – Cortogno – Cerredolo de Coppi e nel tratto orientale, nord – nord est dell'allineamento Saldino – Pulpiano – Albareto – Cà Talami /Magliatica (Baiso), est di Magliatica – Valestra – Tincana – Bebbio – Ronco, da faglie che giustappongono le Epiliguri al Dominio Ligure.

Nelle tracce dei profili delle sezioni geologiche gli spessori dei depositi di versante, alluvionali e degli accumuli di frana, per esclusiva visualizzazione e leggibilità grafica, sono stati riportati in scala verticale maggiorata circa: 1:7.500.

I principali insediamenti urbanizzati presenti nelle parti centrosettentrionali e settentrionali appartengono fascia di nucleo della sinclinale modestamente interessata da deformazioni tettoniche e/o faglie, come riscontrabile per le aree di Rola – Carpineti capoluogo – Riana – Branciglia – Pantano – Romagnano.

La parte meridionale del territorio, sud del crinale M. Frombolara – M. San Vitale – M. Valestra l'ala meridionale della sinclinale Vetto – Carpineti, alla quale appartengono le frazioni Iatica – Pantano – Spignana – Villa Prara – Savognatica – Vesallo – Colombaia – Colliolla, è dislocata da faglie a direttrice antiappenninica e dal fronte di sovrascorrimento sepolto presunto della Linea del Secchia.

Nel settore centrale del territorio, zona tra Campo de Loppio – Regnano – Cà de Beretti – Giavello, individuante la parte di nucleo della sinclinale l'assetto del substrato è sub orizzontale (CIG–CIGa) e non è interessato da faglie e, ad eccezione di Sorchio – Carezza, da grado di fratturazione del substrato significativamente influente sugli effetti cosismici.

Questi ultimi in tale zona sono principalmente correlati alla presenza e spessore dei depositi di versante S.L. e substrato detensionato.

Dette condizioni si modificano nelle pari settentrionali ed orientali dell'area comunale. Nelle prime, sono a nord dell'allineamento Branciglia – Pantano – M. Ucellara, la Successione Epiligure nella fascia di transizione al comune di Casina e interessata da susseguirsi di faglie dirette sino a Giandeto – Villa Bonini, analogamente nella zona nord orientale, est dell'allineamento Valestra – Colombaia – Prato, il contatto con le formazioni del Dominio Ligure avviene per faglie che in direzione nord est (Baiso) incrementano in frequenza generando assetti più complessi.

Simili condizioni caratterizzano il settore meridionale del territorio e la zona occidentale centrale; nella fascia sud circa tra Velucciana – Savognatica – Colombaia di Secchia – Poiatica – F. Secchia, sono riscontrabili faglie a direttrice antiappenninica che scompongono l'ala meridionale della sinclinale e che unitamente allo sovrascorrimento

sepolto presunto dalla Linea del Secchia che le interseca la Successione Epiligure e le mette a contatto con le Formazioni del Dominio Ligure.

Simile condizione che scompone le epiliguri contraddistingue l'area tra Campovecchio – Crocetta – Monchio di Felina – Parciana.

Nelle zone sopra descritte i risentimenti simili in superficie oltre ad essere influenzati dalle caratteristiche litologiche e dei sistemi di frattura/faglia, sono principalmente condizionati dalle presenze e spessori delle coperture quaternarie.

Nell'area esaminata l'unità litotecnica che evidenzia comportamento di substrato rigido è la Formazione di Pantano (PAT – PAT4), che caratterizza il settore orientale settentrionale e la fascia centrale ovest – est M.no Conca/Parciana – Carpineti – Poiago – M. Valestra.

12 INTERPRETAZIONE ED INCERTEZZE/METODOLOGIA DI ELABORAZIONE DEI RISULTATI

Per determinare le velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio Vs, delle unità litotecniche che costituiscono i primi 40/50 ÷ 60/80 m del sottosuolo, sono state effettuate prospezioni geofisiche a rifrazione con metodo integrato attivo/passivo Multichannel Analysis Surface Waves – Refraction Microtremor (MASW – Re.Mi), mediante stendimenti ad antenna monodimensionale con lunghezza di 69 m, integrati da verticali puntuali a stazione singola con acquisizione di microtremori con metodo Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR).

Queste ultime sono state sempre eseguite congiuntamente alle prospezioni MASW/Re.Mi.

Dette indagini, che saranno in dettaglio di seguito elencate, sono state distribuite sul territorio in funzione sia delle finalità di caratterizzazione sismica del capoluogo, degli ambiti urbanizzati e zone suscettibili di urbanizzazione, che delle principali infrastrutture; oltre a queste sono state effettuate ulteriori verticali di acquisizione delle Vs in altri siti al fine di individuare i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio dei vari tipi di rocce presenti nell' area di Carpineti. In rapporto a tale tipo di analisi sono inoltre state esaminate ed utilizzate analoghe prospezioni eseguite in aree di territori comunali adiacenti, nelle quali sono presenti tipi rocciosi con caratteristiche simili/equivalenti a quelle riscontabili nella zona di Carpineti.

In funzione delle irregolari geometrie delle aree di impronta degli ambiti edificati e loro superfici, dei differenti tipi rocciosi di substrato, delle estensioni dei depositi di versante e di quelli di fondovalle, dei corpi di frana attivi o quiescenti, le indagini effettuate sono state distribuite sul territorio con interassi tra le verticali di prospezione geofisica mediamente corrispondenti a 0,9/1,5 km, ad eccezione del capoluogo e di Marola e loro intorni dove gli interassi sono risultati compresi tra 0,6 e 0,9 km.

In rapporto all'estensione degli sviluppi che comprendono i più significativi insediamenti urbanizzati, dette zone sono state esaminate con un punto per unità di area compresa tra 0,8 e 0,9 kmq; in relazione alla superficie complessiva del territorio comunale in base ai punti di prospezione eseguiti la zona esaminata è stata investigata per unità di area mediamente comprese tra 1,8 e 2,0 kmq.

12.1 Microtremori con la tecnica HVSR

Le indagini a stazione singola di acquisizione di microtremori ambientali effettuate in 35 punti, distribuiti negli sviluppi di microzonazione dell'area comunale con maglia statisticamente rappresentativa, integrate da ulteriori analoghe 15 verticali precedentemente eseguite dallo scrivente in tre aree tra Lamburana e Felina Matta, sono state eseguite utilizzando un sismometro GeoBox SARA ad elevata dinamica (24 bits) attrezzato con velocimetro tridirezionale da 4,5 Hz di frequenza propria ed un'analoga strumentazione TROMINO.

Le acquisizioni sono state effettuate campionando il segnale a 200 Hz per una durata di circa 30/60 minuti.

Tali dati sono stati elaborati con la tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) utilizzando il programma Grilla.

L'elaborazione dei dati acquisiti ha evidenziato i risultati riportati nelle allegate schede "Indagine HVSR" nelle quali la linea rossa continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee sottili rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.

12.2 Prospezione sismica a rifrazione attiva/passiva Re.Mi.-MASW/Re.Mi e Tomografia 2D.

Le prospezioni, effettuate in numero di 35, con metodo integrato MASW/Re.Mi. sono state eseguite con un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica *GEOMETRICS GEODE*, attrezzato con 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, disposti ad interasse di 2-3 m per una lunghezza totale dell'antenna di registrazione dati in ogni stendimento di 46-69 m. Tali indagini sono state implementate da 12 prospezioni sismiche, 2 analoghe Re.Mi./MASW, 6 con metodologia Re.Mi. e 3 con metodo MASW eseguite dallo scrivente nel territorio comunale in esame e le 3 MASW da AA.VV.

Le prospezioni in tomografia sismica 2D, in n° 12, precedentemente effettuate dallo scrivente nel territorio comunale, sono state eseguite con il sopra descritto sismografo *GEOMETRICS GEODE* con geofoni da 10 Hz disposti ad interassi di 5 m ed effettuando profili sismici con metodo coniugato.

12.2.1.1 Procedure di indagine

Nella procedura del "metodo attivo" le onde superficiali sono generate mediante una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e sono registrate da uno stendimento lineare costituito ricevitori posti a distanza costante.

Il procedimento del "metodo passivo" presenta caratteristiche geometriche dello stendimento uguali a quelle del sistema attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (microtremore) prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

Le due tecniche esaminano bande spettrali differenti. Il metodo attivo consente di acquisire in modo dettagliato una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce significative informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo (fino a circa 10-20 m di profondità); il metodo passivo permette di determinare e definire una curva di dispersione nelle bande di frequenza tra 2 e 20 Hz e fornisce informazioni di maggior dettaglio sugli strati più profondi.

La combinazione delle due tecniche consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenze comprese tra 2 e 40 Hz e permette una dettagliata ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 40-100 m di profondità, in funzione della lunghezza dello stendimento e della densità dei terreni.

Nell'esecuzione della prova MASW (attiva) è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 10 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking). La sorgente è stata posta ad una distanza di 6 e 10 m dal primo geofono ("Optimum Field Parameters of an MASW Survey", *Park et al., 2005; Dal Moro, 2008*).

Per l'acquisizione dei microtremori ambientali (Re.Mi.) sono state effettuate, in ogni punto di stazione, venti registrazioni della durata di 30 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz.

Elaborazione parametri acquisiti

L'elaborazione dei dati acquisiti consiste nell'operare, tramite un opportuno software, una trasformata bidimensionale "*slowness-frequency*" (*p-f*) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentare lo spettro di potenza su un grafico *p-f*. Gli spettri delle singole acquisizioni sono quindi mediati escludendo eventualmente quelli che presentano una bassa coerenza.

In tale spettro mediato si evidenziano gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza significativa, permettendo un riconoscimento visivo delle onde di superficie (che hanno carattere dispersivo), da quelle riconducibili ad altri modi e tipi (onde di superficie di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente).

In funzione di quanto esposto è possibile effettuare un "*picking*", attribuendo ad un certo numero di punti una o più *slowness* (*p* o *1/velocità di fase*) ed ottenere una "*curva di dispersione"*.

Quest'ultima è visualizzata su un diagramma in cui appare anche la curva di dispersione calcolata in base ad un modello di Vs che è modificabile in sede di elaborazione. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, la curva di dispersione calcolata è adattata sino ad aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking.

I risultati ottenuti ed i relativi diagrammi di elaborazione sono visualizzati nelle allegate schede "*indagine MASW/Re.Mi. – Re.Mi."*, riportanti lo spettro di potenza mediato, la curva di dispersione, sia sperimentale che calcolata, ed il relativo modello interpretativo.

13 PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

13.1 Carta delle indagini

In riferimento alla valutazione delle caratteristiche litotecniche territoriali è stata effettuata una raccolta dati, mediante un censimento delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite per varie finalità nel territorio oggetto di analisi ed in quelli dei comuni confinanti, presso le Amministrazioni Pubbliche Locali: Urbanistica – Edilizia Privata – Lavori Pubblici del Comune di Carpineti, Servizio Area Affluenti del Po, database Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli Regione Emilia Romagna, Servizio Pianificazione Urbanistica Territoriale e Cartografia e Servizio Infrastrutture e Mobilità della Provincia di Reggio Emilia.

In considerazione del contesto geo–litologico in primo luogo sono state considerate, tutte le indagini sismiche di tipo MASW, HVSR, basi sismiche, prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH e SCPT, pesanti DPH, medie DPM e sondaggi meccanici.

Successivamente è stata effettuata una selezione di dette documentazioni in base alla valutazione dell'attendibilità del dato.

In sintesi tra le indagini esistenti sono stati selezionati complessivamente:

- 13 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)
- 10 sondaggi meccanici (SM)
- 12 stendimenti sismici a rifrazione con rilevazione di onde P (BSP)
- 43 prospezioni di sismica a rifrazione 35 delle quali con metodo integrato attivo/passivo ad antenna monodimensionale MASW/Re.Mi. e 8 con procedura Re.Mi.
- 3 prospezioni di sismica con metodo MASW
- 50 prospezioni di sismica passiva con tecnica a stazione singola H.V.S.R

In riferimento alla caratterizzazione degli ambiti urbanizzati e quelli di prevedibile nuovo sviluppo, frazioni e principali reti infrastrutturali, preventivamente selezionati in accordo con l'U.T. Comunale, per i quali risulta necessario effettuare gli approfondimenti sismici prescritti dai testi di indirizzo riportati in premessa, sono state direttamente eseguite le seguenti indagini:

- 35 prospezioni di sismica a rifrazione con metodo integrato attivo/passivo ad antenna monodimensionale Re.Mi./MASW;
- 35 prospezioni di sismica passiva con tecnica a stazione singola H.V.S.R

Le indagini sono state georeferenziate in apposito elaborato cartografico (Tav. 1.1) in scala 1:10.000 comprensivo dell'intero territorio comunale; le prospezioni geofisiche hanno coperto le aree degli sviluppi che comprendono i principali insediamenti urbanizzati nella zona centro settentrionale secondo una maglia sub quadrata – sub rettangolare con lati di 700÷800 m e localmente di 900 ÷ 1000 m; nel settore meridionale gli interassi corrispondono

a 1000/1200÷1500 m ad eccezione della fascia orientale nella quale equivalgono a 700÷800 m.

13.2 CARTA GEOLOGICO TECNICA

Tale elaborato (Tav. 1.3), realizzato alla scala 1:10.000, derivato dalla cartografia geologica RER, rilevata alla scala 1:10.000, che costituisce la base per i fogli CARG 1:50.000, e dalla cartografia delle aree suscettibili di effetti attesi: Tav 218 SO – 218 SE – 218 NE del PTCP della Provincia di Reggio Emilia, che evidenziano le condizioni degli assetti del substrato, delle coperture e delle condizioni del dissesto, è stato redatto integrando le sopra citate cartografie con i dati dei processi di dissesto acquisiti dal Servizio Geologico e Sismico R.E.R. aggiornati a fine 2021, con rilievi diretti e con i dati ottenuti dalle indagini e prospezioni direttamente effettuate nell'area comunale.

A scala regionale l'areale a cui appartiene il territorio di Carpineti, escludendo i depositi alluvionali attuali, di fondovalle, di versante quaternari, è suddivisibile in due zone litostratigrafiche principali: Successione Epiligure ed in subordine Dominio Ligure.

La superficie comunale è formata in decisa prevalenza dalla Successione Epiligure che caratterizza i settori centrali – centro settentrionali – centro occidentali – occidentali (92%); estensione areale inferiore (8%) presenta la fascia orientale meridionale costituita dalle formazioni Dominio Ligure, nelle quali prevalgono le formazioni ad alternanze marnoso calcaree – arenaceo pelitiche con intercalati strati calcareo marnosi della successione della Val Rossenna (MOV-MOH); le unità prevalentemente argillitiche (AVV) e ad alternanze pelitico arenitiche prevalentemente pelitiche (SCB) delle Formazioni Pre-Flysch Ad Elmintoidi si riscontrano in aree di estensione modesta al bordo del confine nord occidentale tra La Villetta e Rio Boastra ed al limite del confine nord orientale con Casina/Baiso a sud di Pulpiano.

Nelle fasce vallive, a sviluppo nastriforme sono principalmente presenti sequenze ghiaiose – ghiaioso sabbiose addensate contenenti subordinate sottili intercalazioni sabbioso limose; detti depositi nelle aste del T. Tresinaro e T. Tassobbio, hanno spessori generalmente compresi tra 2/3 e 5 m; nell'asta fluviale del F. Secchia e delle conoidi dei suoi affluenti Rio Spirola – Rio di Piolla – F.sso della Legna – F.sso delle Coste, gli spessori delle litozone ghiaiose giungono a 10 m nelle conoidi e a 10 ÷ 15 m nei depositi alluvionali terrazzati del F. Secchia; ad eccezione delle conoidi detti corpi sedimentari prevalentemente non sono saturati da falda idrica sotterranea che può instaurarsi temporaneamente in occasione delle onde di piena fluvio - torrentizia.

Nei settori meridionali del territorio comunale nei quali sono prevalentemente presenti litozone a comportamento coesivo (ANT–MMP–BAI4–BAI), si riscontrano i processi di dissesto di maggiori volumetrie che si manifestano principalmente per frane complesse ed in subordine di colata e scivolamento sia attive che quiescenti; detti dissesti si originano al passaggio tra le suddette litozone impermeabili e quelle più permeabili ad alternanze arenaceo pelitiche ad arenacee della Successione Epiligure e calcareo marnose – arenaceo pelitiche della successione della Val Rossenna.

Analoghe condizioni si riscontrano nel settore nord orientale ad Onfiano – Cà di Lama.

Nel settore centrale – centro settentrionale sono presenti in percentuale relativa inferiore corpi di frana quiescente a volumetria principalmente piccola e localmente media (*Fell, 1994*).

Sono inoltre presenti nei settori alle estremità occidentale ed orientale della fascia centrale del territorio comunale frane di scivolamento in blocco o DPGV di volumetria estremamente grande, rispettivamente nelle zone di Campovecchio e di Valestra.

Le formazioni di substrato del territorio di Carpineti sono prevalentemente costituite da litotipi granulari cementati sia stratificati che non stratificati, da alternanze arenacee e pelitiche e subordinatamente siltose; si differenziano la zona centro settentrionale, la parte sud occidentale l'area meridionale orientale formate principalmente da litozone marnose e a brecce argillose; tali rocce, in base alla cartografia CARG, a rilevamenti diretti ad alle prospezioni geofisiche, sono ulteriormente suddivise nelle sottoclassi fratturate o alterate che costituiscono ridotti areali ma di fondamentale importanza per gli effetti di amplificazione sismica.

Le caratteristiche delle unità litotecniche di substrato presenti nel territorio comunale

di tipo granulare cementato sia stratificato che non stratificato individuano condizioni di potenziali effetti dell'amplificazione del moto sismico prevalentemente di grado medio basso.

Le litozone ad alternanze arenaceo pelitiche e coesive sovraconsolidate, della zona centro settentrionale e delle aree meridionali occidentale ed orientali, che formano la percentuale relativa maggiore della superfice comunale sono contraddistinte da potenziali condizioni di risentimento sismico medio – medio elevato.

In accordo con le caratteristiche delle zone di instabilità di versante sopra descritte i settori che presentano le potenziali condizioni di maggior pericolosità sismica si riscontrano prevalentemente nelle fasce meridionali ed in subordine in parti delle aree settentrionali del territorio; in queste ultime si localizzano principalmente nelle aree ad alternanze di litotipi arenacee – arenaceo pelitiche soggette ad amplificazioni per effetti della topografia, quelle di transizione tra le litozone coesive sovraconsolidate e quelle arenitiche e nelle fasce di fratturazione.

I terreni di copertura del substrato geologico, con spessori maggiori di tre metri, presenti su una modesta parte della superfice comunale, si localizzano principalmente nel settore centrale e settentrionale circa corrispondente alla fascia dell'asse della sinclinale Vetto–Carpineti.

Tra questi ultimi quelli di maggior estensione areale e spessore, in accordo con le caratteristiche geomorfologiche del territorio si riscontrano nell'area ad oriente del capoluogo tra lo stesso e C. Spadaccini – Poiago, nella zona centro settentrionale occidentale tra Cigarello – Croce – Campo del Oppio – La Svolta – Cantigalli; in aree di minore sviluppo ed a brandelli disgiunti nella parte settentrionale tra Rio Tassobbio – Chieriso – Rio Fontanelle.

Le coperture e loro spessori rapportati alle caratteristiche del substrato geologico in Rio Tassobbio, presenza di faglie – linee di frattura – rocce detensionate/fratturate indicano potenziali condizioni di effetti di amplificazione del moto sismico in superficie di grado elevato – molto elevato.

Le forme che possono influenzare il moto sismico sono esclusivamente di tipo superficiale e sono sostanzialmente riconducibili a creste e orli di scarpata con altezze

maggiori di 30 m; le prime di queste descrivono crinali a geometrie sub ellittiche allungate in direzione sud – nord nel settore nord occidentale, ovest – est in quello centrale e nord ovest sud est nell'area nordorientale; tali zone circoscrivono sia principali insediamenti urbanizzati principali come Marola che frazioni secondarie nella fascia occidentale centrale tra Riana e S. Biagio.

13.2.1 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEL TERRENO

I settori di territorio di interesse per la pianificazione urbanistica sono stati oggetto di una estesa campagna di prospezioni geofisiche che ha permesso di determinare le caratteristiche dinamiche ed indicazioni sulle proprietà meccaniche dei tipi litologici che formano il sottosuolo delle zone sede delle aree urbanizzate e di prevedibili sviluppi/completamenti.

Tali analisi sono state effettuate in base a:

- 50 Verticali a stazione singola con acquisizione di microtremori (HVSR).

Dette indagini geofisiche eseguite unitamente a quelle precedentemente effettuate dallo scrivente, 12 profili in tomografia sismica a rifrazione, indagini geognostiche, presentano diffusione tendenzialmente maggiore nei settori urbanizzati ed al loro intorno.

Tali prospezioni in funzione del tipo di variabilità dei litotipi che formano il sottosuolo dei siti esaminati, hanno consentito di individuare le caratteristiche dinamiche, litomeccaniche generali degli orizzonti che costituiscono i depositi di versante ed alluvionali e la profondità e tipo di substrato che soggiace agli stessi e le analoghe caratteristiche del substrato roccioso.

Nel contesto delle indagini effettuate, relativamente alle analisi di approfondimento di primo livello, sono risultate significativamente efficienti le verticali con acquisizione di microtremori a stazione singola: HVSR. I dati ottenuti dalle elaborazioni di queste ultime consentono, infatti, di definire le modalità di vibrazione del terreno ed individuare sia la frequenza di risonanza (F_0) che l'ampiezza (A) dei rapporti spettrali in corrispondenza delle frequenze.

Considerando che sussiste una correlazione (anche se non lineare) tra i fenomeni di "doppia risonanza" e l'amplificazione del moto del suolo in concomitanza di sollecitazione sismica (effetti di sito), detta tipologia d'indagine ha un elevato grado d'efficienza per individuare, come previsto dal primo livello di approfondimento degli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica, le aree con comportamento sismico omogeneo - equivalente.

Per meglio evidenziare possibili congruenze tra i risultati, i valori Frequenza/Ampiezza rilevati sono stati associati, in termini di frequenza di ampiezza del picco HVSR, nelle seguenti classi:

Frequenze Hz	Ampiezze A
$3 < F_0 \leq 5$ Hz	
$5 < F_0 \leq 8$ Hz	$A < 2$
$8 < F_0 \leq 10$ Hz	$2 < A \leq 3$
$10 < F_0 \leq 15$ Hz	$3 < A \leq 5$
$15 < F_0 \leq 20$ Hz	$A \geq 5$
$F_0 \geq 20$ Hz	

Dette associazioni sono state riportate nella "Carte delle Frequenze Naturali del Terreno" (Tav. 1.4); le misure sono state identificate mediante una serie di simboli con colori e dimensioni differenti. Il colore è correlato alle diverse classi di frequenza mentre la dimensione alla classe di ampiezza.

In funzione di questa indicizzazione dei risultati è stato possibile valutare la distribuzione delle classi di frequenza e ampiezza sul territorio ed effettuare alcune considerazioni qualitative sull'area oggetto di analisi.

In accordo con le caratteristiche geomorfologico stratigrafiche e tettoniche dell'area in esame, i valori delle frequenze – ampiezze hanno consentito di individuare cinque macrozone principali:

- $F_0 = 3 \div 5 - A < 2$
- $F_0 = 5 \div 8 - A = 2 \div 3$
- $F_0 = 8 \div 10 - A = 3 \div 5$
- $F_0 = 10 \div 15 - A = 2/3 \div > 5$
- $F_0 = 15 \div 20 - A = 2/3 \div > 5$

Tali suddivisioni evidenziano, anche se in modo non marcatamente differenziato, diversi risentimenti sismici in funzione del tipo di successione e relative caratteristiche litotecniche, della tipologia e grado di fratturazione del substrato, dello spessore dei depositi di versante e dei corpi di frana.

Dette macrozone sono schematicamente discretizzate come di seguito esposto:

- *Successione Epiligure:*
  - Le formazioni e membri prevalentemente arenacei – ad alternanze arenaceo sono principalmente contraddistinte da $F_0 = 10/15 \div 20$ ed ampiezze comprese tra $A = 2/3 \div > 5$.
  - Le formazioni e membri ad alternanze arenaceo pelitiche e litozone pelitico marnose – marnose, sono principalmente contraddistinte da $F_0 = 3 \div 5$ $F_0 = 5 \div 8$ e da ampiezze comprese tra $A = 2 \div 3$ e $3 \div 5$.
  - Formazioni e membri principalmente marnosi – marnoso argillosi – brecce argillose prevalentemente presentano $F_0 = 3/5 \div 8$ ed $A = 2 \div 3$, ad eccezione di MMP caratterizzato da $F_0 = 12 \div 13$ ed $A = 3 \div 5/>5$.

- *Dominio Ligure:*

- Le litozone argilloso – argillitiche che lo costituiscono (prospezioni in comuni contermini) presentano prevalentemente frequenze principali comprese tra $F_0=15\div20$ ed ampiezze $A=2\div3$.
- Le formazioni ad alternanze marnoso calcaree – marnose e arenaceo pelitiche con intercalati strati calcareo marnosi (MOH–MOV) generalmente denotano $F_0=10\div15$ ed $A=2\div3$.

- *Depositi di versante – alluvionali – Frane:*

- Depositi di versante – alluvionali – corpi di frana di volumetria piccola, evidenziano un moderato campo di variabilità nei valori di frequenza ed ampiezza correlato agli spessori dei materiali e rigidezza del substrato; generalmente presentano $F_0=5\div8$ ed ampiezze $A=2\div3$ ad eccezione delle zone con spessori relativi minori (<6/7 m) su substrato arenitico – marnoso pelitico nei quali $F_0=10\div15/>15$ ed $A=2/3\div>5$.
- Accumuli di frana di volumetria da media ad estremamente grande in genere denotano $F_0=3\div5/8$ e $A < 2\div2/3$.
- Accumuli di frana di scivolamento in blocco o DPGV, a volumetria mediamente grande evidenziano $F_0=10\div15$ e $A=2\div3/5$, gli ammassi di entità estremamente grande mostrano $F_0=3\div5$ e $A=3\div5$.

- *Zone fratturate:*

- Interessano litozone sia arenitiche che ad alternanze arenaceo pelitiche e marnose – marnoso siltose – a brecce argillose prevalentemente mostrano $F_0=15\div20$ ed $A=2\div3$.

13.3 Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)

La carta delle velocità delle onde di taglio: Vs (Tav. 1.5, scala 10:000) riporta in corrispondenza dei punti di indagine oggetto degli sviluppi i valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio e relativi spessori: Vs_H, che caratterizzano le litozone soggiacenti i primi 1,5 m dal piano campagna costituiti dal suolo e/o litotipi alterati:
Tali parametri individuano i valori che competono allo spessore di terreni – rocce detensionate, soggetti ad amplificazione del moto sismico, che sovrastano l'orizzonte litotecnico che determina il principale contrasto di impedenza locale.

I valori di Vs sono stati calcolati in base a dati acquisiti con indagini:

- Refraction Microtremor/Multichannel Analysis Surface Wawes: Re.Mi./MASW;
- Refraction Microtremor: Re.Mi.
- Multichannel Analysis Surface Wawes: MASW (AA.VV.);
- Horizontal to Vertical Spectral Ratio: HVSR, in rapporto agli spessori del primo strato individuati in base a prove DPM – DPSH e/o sondaggi

meccanici, in riferimento a prospezioni Re.Mi/MASW coincidenti o prossime alle verticali HVSR.

In relazione ai valori di velocità Vs calcolati come sopra indicato (MASW/Re.Mi.) ed all'analisi critica delle prove DPSH, DPM, SCPT e sondaggi meccanici disponibili, alla rilevazione in spaccati di sezioni naturali dei versanti, è stato possibile estendere l'informazione sulla profondità H del substrato avvalendosi della relazione che collega la frequenza di risonanza con la profondità del substrato rigido e la velocità media delle onde S:

$$F_0 = Vs/4H$$

Ai valori di F_0 determinati mediante la campagna di misure a stazione singola è stato attribuito un intervallo probabilistico di valori e velocità nel quale ricadono H e Vs_H.

In generale le elaborazioni delle acquisizioni effettuate hanno evidenziato:

Unità quaternarie e continentali:

- Depositi alluvionali e di conoide prevalentemente ghiaioso sabbiosi (AES8a – AES8 – b1 – b2 – i1 – i2)

- Vs_H = 250 ÷ 300 m/sec; spessori 3/5 ÷ 10 m su tutti i substrati;
- asta del Secchia >10/15 m Vs= 300÷400 m/sec substrato detensionato spessore 2/3 m (RAN2 – Ran3 – ANT – MMp – BAI4 – MOV).

Terreni di copertura

- Depositi di versante, periglaciali su alternanze prevalentemente arenitiche, alternanze arenaceo pelitiche, spessori 8/15 m
  Vs_H = 230 ÷ 350 m/sec;
- Depositi di versante, periglaciali su alternanze prevalentemente coesive – coesive stratificate e marnoso siltose spessori 10 ÷ 15 m
  Vs_H = 200 ÷ 270 m/sec
  • Depositi di versante su substrato coesivo stratificato arenaceo pelitico – calcareo marnoso detensionato, spessori 10/18 m
  Vs_H = 230 ÷ 300 m/sec.
- Depositi eolici su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche – arenitiche, spessori deposito 12/15 m
  Vs_H = 150 ÷ 180 m/sec.
- Depositi eolici su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche fratturate, spessore deposito 10/15 m, spessore substrato fatturato 30/35 m,
  Vs_H deposito = 150 ÷ 180 m/sec.
  Vs_H substrato fratturato = 300 ÷ 350 m/sec.

Accumuli di frana

- Deposito su substrato prevalentemente ad alternanze arenaceo pelitiche arenaceo in subordine marnose – marnoso siltose stratificate (CTG – CTG2 – CTG1 – RAN3 – RAN2 – LOI – MOH – MOV; CIG - ANT) spessore 10/15 ÷ 20 m
  Vs_H = 220 ÷ 280 m/sec.
- Depositi su substrato prevalentemente argilloso – argillitico – a brecce argillose – marnoso argilloso (MVT – MMP – BAI – BAI4 – AVV - SCB) spessori 10/15÷25m
  Vs_H = 270 ÷ 350 m/sec.
- Depositi su substrato prevalentemente ad alternanze marnoso siltose – arenaceo pelitiche – arenacee (CIG – CIG4 – PAT – CTG – CTG1 – CTG2 – ANT – RAN3 – RAN2 – MOH – MOV) spessori 7/10 m
  Vs_H = 200 ÷ 250 m/sec.
- Depositi su substrato ad alternanze arenitiche – calcarenitiche fratturate, arenacee – arenaceo pelitiche (PAT – PAT4 – PAT5), spessori deposito 10/15 m, substrato fratturato 5/10 m
  Vs_H = 270 ÷ 350 m/sec.

Substrato fratturato

- Substrato ad elevato grado di fratturazione – faglie, costituiti da alternanze prevalentemente arenitiche, arenitico pelitiche, marnoso siltose e brecce argillose (PAT – PAT4 – CIG – CIG4 – ANT – RAN3 – RAN2 – LOI – MOH – MOV – BAI – BAI4), spessori 10/20 ÷ 30 m.
  Vs_H = 300/350 ÷ 400 m/sec.

Formazioni Epiliguri

- Prevalentemente arenitiche (PAT – PAT4) spessore orizzonte detensionato 2/3 m a zone 5 m con Vs ≥600m/sec.
  Vs_H = 580 ÷ 650/800 m/sec; substrato Vs=800 ÷ 900 m/sec.
- Prevalentemente arenitiche – arenitico conglomeratiche (CIGa – RAN2a – RAN3b) spessore strato detensionato 3/5 ÷ 15 m – H 15 m Vs_H=450/500 m/sec; substrato Vs=830 ÷ 900 m/sec;
- Prevalentemente marnose a contenuto siliceo (CTG) ed alternanze arenaceo pelitiche – arenacee (CTG1 – CTG2 – ANT5 – ANT4) spessore orizzonte detensionato 3 ÷ 5 m.
  Vs_H =450 ÷ 650 m/sec; substrato: Vs = 600 ÷ 750 m/sec
- Prevalentemente ad alternanze arenaceo pelitiche (RAN3 – RAN2) spessore strato detensionato 12 ÷ 15
  Vs_H = 450 ÷ 500 m/sec; substrato: Vs = 600 ÷ 650 m/sec.
- Prevalentemente marnoso siltose – marnose – marnoso argillose (CIG – MMP) spessore orizzonte detensionato 5 ÷ 15 m
  Vs_H = 250 ÷ 400 m/sec; substrato: Vs = 600 ÷ 650 ÷ 750 m/sec.

- Prevalentemente a brecce argillose – argilliti (MVT – BAI – BAI4) spessore strato detensionato 5 ÷ 15 m
  Vs_H = 200 ÷ 300 m/sec; substrato: Vs = 650 ÷ 700 m/sec.
- Prevalentemente arenacee poco cementate (LOI) spessore strato detensionato e/o fratturato 15 m
  Vs_H = 300 ÷ 350 m/sec; substrato: Vs = 550 ÷ 650 m/sec.
- Substrato fratturato – faglia, spessori degli orizzonti fratturati in alternanze arenaceo pelitiche – marnoso siltose – marnose – argillitiche 20÷35 m, in prevalentemente arenitici 20 m
  Vs_H = 350 ÷ 400 m/sec; alternanze arenaceo pelitiche – marnose – argillitiche, substrato: Vs = 650 ÷ 700 m/sec.
  Vs_H = 450 m/sec; prevalentemente arenitico, substrato: Vs = 800 ÷ 900 ÷ 1100 m/sec.

Formazioni Liguri
Successione Val Rossenna

- Prevalentemente alternanze arenaceo pelitiche – marnoso calcaree (MOH - MOV) spessore strato detensionato 5 ÷ 20 m
  Vs_H = 230 ÷ 350/400 m/sec; substrato: Vs = 600 ÷ 650/700 m/sec

Formazione Pre-Flysch ad Elmintoidi

- Argille – argilliti – alternanze arenaceo pelitiche con P/A>1 (AVV – SCB) spessore strato detensionato 10 ÷ 15 m
  Vs_H = 250 ÷ 350 m/sec; substrato: Vs = 600 ÷ 650 m/sec
- Substrato fratturato – faglia, spessore orizzonte fratturato 15 ÷ 20 m
  Vs_H = 250 ÷ 300 m/sec; substrato: Vs = 500 ÷ 550 m/sec

Da un esame di insieme dei valori di Vs_H dell'area comunale si riscontra che i valori relativi maggiori: Vs_H=350÷450 m/sec nei primi 5 m del sottosuolo e Vs_H≥600 nei primi 10 m da pc spessore unità detensionata 3/6 m, su substrato ≥800 m/sec, generalmente caratterizzano la parte settentrionale (Poiago – Capoluogo – Lamburana – Pignedolo – Marola – Branciglia – Pantano), la fascia centrale ovest est del crinale M. Fosola – M. Valestra.

Valori mediamente elevati, ad esclusione delle zone con presenza di substrato fratturato, fasce di faglia, corpi di frana, coperture con spessori maggiori di 5 m, contraddistinguono il settore sud occidentale (Saccheggiana – Iatica – Cà de Cani – Tapoganana – Pontone) Vs_H=300÷350 m/sec, Vs_{30}=450÷500/570 m/sec.

I valori relativi medi minori Vs_H=200÷300 m/sec, Vs_{30}=350/400 ÷450 m/sec, contraddistinguono il settore meridionale centro orientale – orientale (Falbio – Bebbio/Cà de Lanzi – Colombaia – Vasirano – Tincana – M. San Vitale – Vesallo, Paolano/Cà di Jario – Villaprara – Fontanino/I Boschi– Onfiano; i valori minori Vs_H=180÷250 m/sec e Vs_{30}≤300÷350 m/sec, caratterizzano le aree con depositi di versante sl con spessori di 10 ÷ 12 e substrato detensionato, le zone con presenza di substrato fratturato – faglia.

13.4 MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA O DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI

In riferimento agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica del Dipartimento Protezione Civile e Conferenza Delle Regioni e Province Autonome, DGR. ER. 1302/2012, e DGR 564/2021, sono state individuate e delimitate le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica, nelle quali sono da effettuarsi gli approfondimenti di indagine ed analisi per la microzonazione sismica ed i livelli di approfondimento che competono alle condizioni di potenziale pericolosità di detti ambiti.

Nell'individuazione e delimitazione delle aree in narrativa oltre alle documentazioni territoriali sono state utilizzate le verticali di indagine geofisica ad antenna mono dimensionale (metodo integrato Re.Mi/MASW e metodo Re.Mi.) che puntuali a stazione singola (HVSR) sia direttamente che precedentemente eseguite, per una più attendibile individuazione delle unità litologiche e degli orizzonti sismici caratterizzati da significativi di contrasti di impedenza nei primi 30/50 m del sottosuolo.

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS – Tav. 1.6), elaborata in base alle informazioni sopra descritte, costituisce pertanto una zonazione di primo livello di approfondimento di tipo avanzato.

L' individuazione delle zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica è stata sviluppata in base agli elaborati cartografici, prospezioni geognostiche e geofisiche effettuate, integrati con valutazioni redatte con criterio topografico e geomorfologico – geotecnico.

Nel contesto delle analisi territoriali inoltre sono state utilizzate le documentazioni della Regione Emilia Romagna, in particolare le carte topografiche di dettaglio, il modello digitale del terreno, la banca dati geologica del territorio comunale, aggiornamento dei processi di frana al 2021, resi disponibili in formato digitale dal *Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*.

Oltre a ciò si è fatto riferimento alle elaborazioni individuanti i differenti scenari di pericolosità sismica locale e degli effetti locali attesi, di primo livello di zonazione sismica, redatti nell'ambito della variante in materia di riduzione del rischio sismico, Carta degli Effetti Attesi P9: Tav. 218 SO – 218 SE – 218 NE, PTCP della Provincia di Reggio Emilia.

Dette documentazioni sono state integrate da analisi individuanti i differenti scenari di pericolosità sismica locale in alcune zone del territorio.

La delimitazione delle aree a diverse caratteristiche litotecniche è stata redatta in base alla Carta Geologica Regione Emilia Romagna in scala 1:10000, aggiornata al 2021 per i processi individuanti le zone di frana in atto e non in evoluzione. Le implementazioni mediante prospezioni geofisiche sismiche a rifrazione e microtremori e le indagini geognostiche precedentemente effettuate, hanno evidenziato presenze di coperture e di orizzonti costituiti da depositi – roccia detensionata, con spessori mediamente variabili generalmente tra 3/5/10 m ed a zone di 10/15 m per le coperture e tra 10/15÷30 m per gli orizzonti detensionati/fratturati; tali documentazioni hanno comportato localizzate modifiche dei limiti delle coperture e delle zone indicanti presenza di substrato roccioso affiorante / sub-affiorante, visualizzate nelle carte geologiche CARG.ER e delle aree suscettibili di effetti locali del PTCP Reggio Emilia.

Le disamine delle peculiarità litotecniche sono state integrate dall'analisi d'insieme delle caratteristiche di fragilità delle formazioni litologiche, grado di fratturazione, dalle condizioni di acclività dei versanti.

L'attribuzione delle proprietà del substrato alle classi con diversa velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio in funzione del principale contrasto di impedenza, e dei primi 30 m del sottosuolo, attuata in base alle verticali sismiche, direttamente eseguite nel presente studio implementate da prospezioni effettuate in precedenza dallo scrivente e da AA.VV. sia nel territorio di Carpineti che in aree comunali contermini rapportandole alla caratterizzazione litologico – meccanica e grado di fratturazione delle equivalenti rocce presenti nella zona in esame.

Le sopradescritte analisi e documentazioni hanno consentito di individuare ambiti litotecnici contraddistinti da diverse caratteristiche meccaniche e di rigidezza, definendo i tipi di risposta sismica locale dei siti con metodo semplificato (DGR 476/2021 – Allegato 4.1 DGR 564/2021).

Dette analisi, in funzione dei tipi rocciosi e coperture presenti nel territorio di Carpineti, sono significamente rappresentative per i tipi di substrato e coperture presenti nell'intera area comunale.

In funzione di quanto esposto sono stati individuati tipi di substrato subaffiorante/affiorante contraddistinti da velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio Vs=500÷650/700 m/sec per i litotipi marnoso pelitici – argillitici e ad alternanze arenacee, arenaceo pelitiche, marnose – calcareo marnose, Vs≥750/800/900 m/sec per le alternanze arenacee, arenaceo conglomeratiche.

Le zone con substrato sub affiorante: spessore coperture <3/5 m contraddistinte da velocità Vs>800 m/sec (PAT-PAT4), ad eccezione delle amplificazioni per effetti della topografia, sono state riscontrate nella parte settentrionale – settentrionale orientale (Branciglia – Pantano – M. Santa Maria – M. Castellaro) e nella fascia centrale estesa ovest–est tra Valestra – Poiago – Capoluogo – Campo Vecchio – Parciana – C. Codeghino – Costa di Po.

Per la redazione "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) o carta delle aree suscettibili di effetti locali equivalenti, prevista come elaborato fondamentale al primo livello di approfondimento, sono state ulteriormente approfondite le analisi delle condizioni locali delle porzioni di territorio urbanizzato o suscettibili di trasformazione urbanistiche, al fine di classificare tali aree nelle categorie previste dall'Art. 3.1.1-4 della D.G.R. 564/2021, suddividendole in:

Zone stabili
Zone suscettibili di amplificazione locali
Zone suscettibili di instabilità

- **Zone stabili**: sono presenti nella parte settentrionale – settentrionale orientale e centrale orientale del territorio di Carpineti tra Branciglia – Pantano – M. Castellaro –Poiago e nella fascia centrale ovest – est da M. Valestra a Rola – Capoluogo – M.no Conca/Parciana – Costa di Po, caratterizzati da litotipi a comportamento rigido: Vs >800 m/sec a morfologia sub pianeggiante o con pendenze <15°, indicanti assenza o trascurabilità di possibili effetti di amplificazione locale, zona 1022.
- **Zone suscettibili di amplificazione locali**: appartengono a tale categoria tutte le aree con caratteristiche stratigrafiche, morfologiche locali, variazioni stratigrafiche laterali di scarsa rilevanza, in presenza di substrato a comportamento non rigido: Vs<800 m/sec, o rigido con pendenze>15° affiorante, presenza di depositi tali da indurre effetti locali, aree con presenza di substrato detensionato/fratturato, di conoide alluvionale: zone da 2001 a 2011, 2015, aree con presenza di coperture su substrato fratturato per spessori maggiori di 10/20 m: zona 2016, zona 2099 di legenda, le zone con presenza di resti di attività antropica 2017–2018, secondo quanto indicato dai testi di riferimento riportati in premessa, in particolare dall'Art. 3.1.1, let. b della DGR 564/2021.
- **zone suscettibili di instabilità**, sono rappresentate dalle aree nelle quali oltre ai fenomeni di amplificazione sono attese deformazioni permanenti dei terreni; appartengono a tali zone i depositi di frana attivi, quiescenti, scivolamenti in blocco: $ZA_{FR.}$ 30xy2019 – 30xy2020 – 30xy2021 – 30xy2022 di legenda, aree con spessore delle coperture e profondità del substrato variabili sia sulla verticale che sull'orizzontale. Ai fini delle analisi di microzonazione sismica in tali zone lo strumento urbanistico comunale dovrà richiedere di approfondimenti di terzo livello.

Le delimitazioni delle zone, esposte nella legenda della Tav.1.6, sono così articolate:

ZONE STABILI POTENZIALMENTE NON SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONE PER EFFETTI LOCALI

1022 - **Aree con substrato sub affiorante con Vs > 800**

effetti attesi: substrato non soggetto ad amplificazioni per effetti locali;

studi richiesti: indagini per caratterizzare Vs; in caso Vs≥800 m/s, nessuna ulteriore indagine; in caso Vs < 800 m/s, valutazione del coefficiente di amplificazione correlato alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche;

microzonazione sismica: non richiesta nel primo caso, secondo livello di approfondimento se Vs<800 m/sec.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

2001 - **Aree con substrato sub affiorante con Vs > 800 m/sec soggette ad amplificazioni per effetti della topografia**

effetti attesi: substrato rigido soggetto ad amplificazioni per effetti della topografia;

studi richiesti: indagini per caratterizzare Vs; in caso Vs≥800 m/sec valutazione del coefficiente di amplificazione correlato all'assetto topografico; in caso Vs<800 m/sec valutazione del coefficiente di amplificazione correlato alle caratteristiche litologico stratigrafiche e assetto della topografia.

microzonazione sismica: nel primo caso determinazione amplificazione per effetti della topografia, se Vs<800 m/sec secondo livello di approfondimento ed amplificazione topografica.

2002-2008 - **Aree con substrato sub affiorante con Vs < 800 m/sec soggette ad amplificazioni per effetti della stratigrafia e con locali zone potenzialmente soggette ad amplificazione per effetti della topografia;**

effetti attesi: amplificazioni per effetti della stratigrafia;

studi richiesti: indagini per la valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche litologico stratigrafiche e della topografia;

microzonazione sismica: secondo livello di approfondimento, valutazione effetti della topografia.

2009-2011 - **Aree con presenza di depositi alluvionali/di conoide:**

effetti attesi: amplificazione per effetti della stratigrafia, localmente piccoli areali suscettibili di potenziali cedimenti e di locali intercalazioni sabbiose;

studi richiesti: valutazione amplificazione, negli eventuali casi siano presenti materiali a caratteristiche geotecniche scadenti, stima dei cedimenti, in eventuale presenza di strati sabbiosi valutazione della pericolosità di liquefazione.

microzonazione sismica: secondo livello di approfondimento in assenza di strati a scadenti caratteristiche geotecniche o prevalentemente sabbiosi; nell'eventualità di casi con presenza di terreni scarsamente consistenti e/o strati sabbiosi terzo livello di approfondimento per stima cedimenti e della pericolosità di liquefazione; in presenza di valli strette e spessori dei depositi alluvionali variabili lateralmente approfondimenti di terzo livello.

2012-2015 - **Aree stabili con presenza di depositi diversante sl, periglaciali – depositi eolici:**

effetti attesi: amplificazione stratigrafica, cedimenti;

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione correlato alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, in presenza di strati compressibili stima dei cedimenti;

microzonazione sismica: secondo livello di approfondimento in assenza di livelli compressibili, in presenza di questi ultimi terzo livello di approfondimento per stima dei cedimenti; terzo livello di approfondimento in presenza di depositi con spessori variabili lateralmente e verticalmente.

2017-2018- **Aree stabili con presenza di depositi diversante sl, periglaciali, antropici su substrato fratturato;**

effetti attesi: amplificazione stratigrafica, cedimenti;

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione correlato alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche e a variazione laterale e verticale del grado di rigidezza delle rocce e per effetti della topografia, in presenza di strati compressibili stima dei cedimenti;

microzonazione sismica: secondo livello di approfondimento in assenza di livelli compressibili, in presenza di questi ultimi terzo livello di approfondimento per stima dei cedimenti; terzo livello di approfondimento in presenza di depositi con spessori variabili lateralmente e quando con acclività >15° verifiche di stabilità.

2017 - **Aree stabili con presenza di resti di attività antropica per spessori maggiori di 30 m**

effetti attesi: amplificazione stratigrafica, cedimenti;

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico correlato alle caratteristiche dei materiali, in presenza di strati compressibili stima dei cedimenti;

microzonazione sismica: terzo livello di approfondimento, stima dei cedimenti, nei casi di inclinazione >15° e/o orli di scarpata valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia e valutazione del grado di stabilità del rilevato con metodo pseudostatico o dinamico.

2018 – **Aree Stabili con presenza di resti di attività antropica provenienti da scavi di terre e rocce, con spessori tra 3/4 ÷ 12 m**

effetti attesi: amplificazione stratigrafica, cedimenti;

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico correlato alle caratteristiche dei materiali, in presenza di strati compressibili stima dei cedimenti;

microzonazione sismica: terzo livello di approfondimento, stima dei cedimenti, nei casi di inclinazione >15° e/o orli di scarpata valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia e valutazione del grado di stabilità del rilevato con metodo pseudostatico o dinamico.

2099 - **Aree con presenza di substrato molto fratturato**;

effetti attesi: amplificazione stratigrafica;

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto a variazione laterale e verticale del grado di rigidezza delle rocce e per effetti della topografia, in aree prossime a corpi di frana stima della stabilità dei versanti, versanti con acclività >15° valutazione effetti della topografia;

microzonazione sismica: secondo livello di approfondimento in assenza di livelli compressibili, in presenza di questi ultimi terzo livello di approfondimento per stima dei cedimenti, per presenza di depositi con spessori variabili lateralmente e quando con acclività >15° verifiche di stabilità.

Aree suscettibili di amplificazione per effetti della topografia (versanti con acclività >15°);

effetti attesi: amplificazione stratigrafica e per effetti della topografia, instabilità dei versanti;

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione topografico e indagini per caratterizzare Vs; in caso Vs_{30} > 800 m/s, è richiesta la sola valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche topografiche; in caso Vs_{30} < 800 m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto sia alle caratteristiche litologiche che a quelle topografiche;

microzonazione sismica: nei casi con substrato con Vs<800 m/sec secondo livello di approfondimento e valutazione amplificazione per effetti della topografia; se $Vs_{30} \geq 800$ m/s, valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche topografiche;

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

30xy2019 – 30xy2020 – 30xy2021 – 30xy2022 - **Aree potenzialmente instabili e non stabili con presenza corpi di frana: zone 30xy**;

effetti attesi: amplificazione stratigrafica, instabilità dei versanti;

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione dovuto alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, valutazione del grado di stabilità del versante con metodo pseudostatico o dinamico;

microzonazione sismica: terzo livello di approfondimento.

Le zone di legenda esposte sono definite secondo quanto indicato dai testi di riferimento riportati in premessa, in particolare dall'Allegato A della DGR 564/2021.

Nelle aree di cui alle zone da 2001 a 2011, 2016, 2017, 2018 e zona 2099, prossime ai bordi superiori di scarpate o poste a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia secondo quanto previsto al punto 2.5, linee guida ICMS parte II volume 1, o a quanto previsto a punto A2. 2 dell'allegato A2 della DGR 564/2021.

Nella zona 1022, nelle successive fasi di pianificazione, nelle condizioni di eventuale presenza di depositi di versante e/o strati detensionati dovranno prioritariamente essere determinati gli spessori delle coperture e la profondità del substrato, spessore strati detensionati. Nel caso in cui lo spessore della copertura o la profondità del substrato sia superiore a 3 m è richiesta la valutazione dell'amplificazione sismica; se l'unità di copertura è orizzontale e con spessore a variabilità laterale molto modesta, per la microzonazione sismica è sufficiente il secondo livello di approfondimento; nel caso in cui lo spessore delle coperture non sia costante ed il substrato non orizzontale o sia a pronunciato grado di variabilità laterale in profondità, per la microzonazione sismica è richiesto il terzo livello di approfondimento.

Nelle zone 2017 – 2018 per la microzonazione sismica è richiesto il terzo livello di approfondimento.

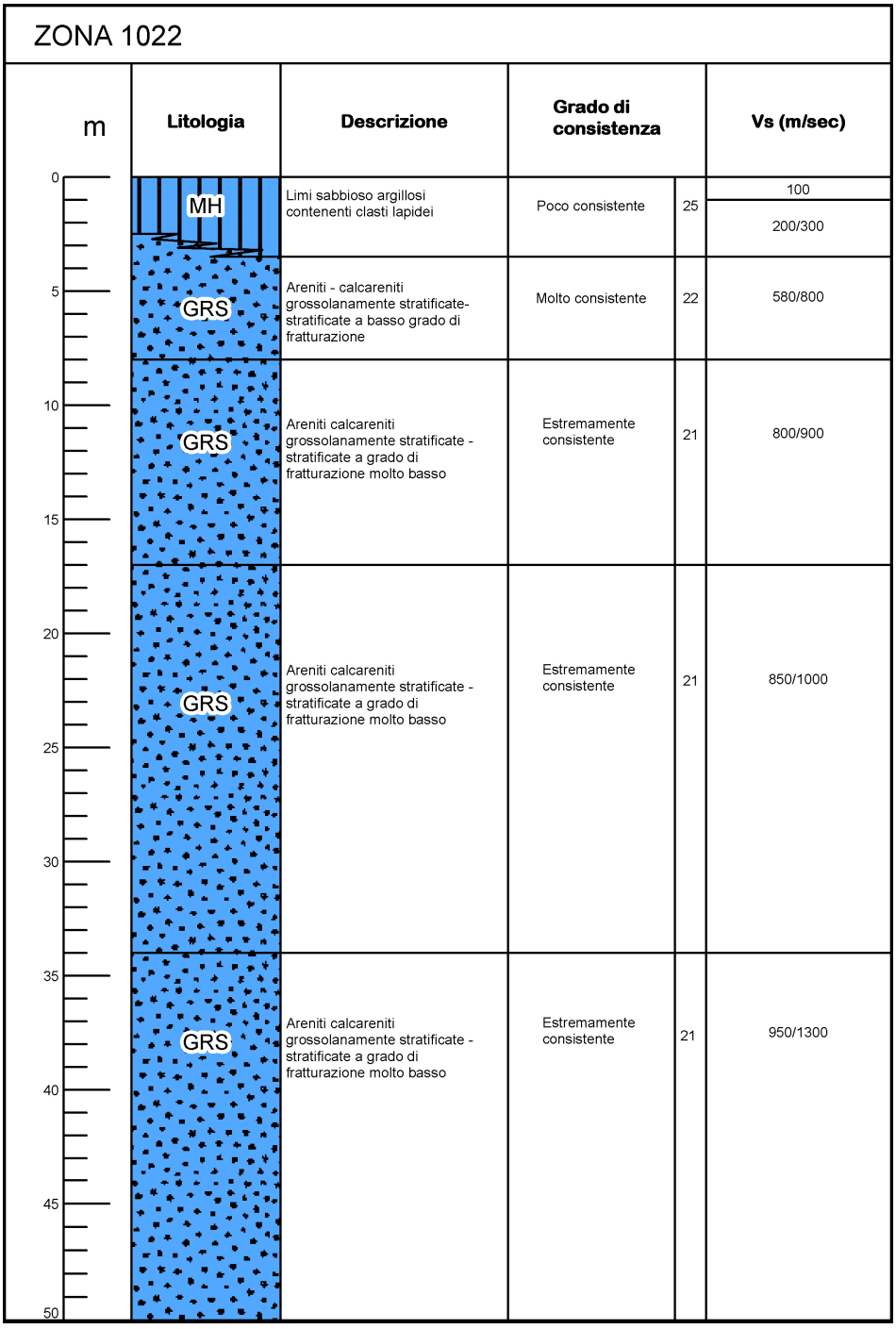
Il terzo livello di approfondimento è comunque richiesto nelle aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico e nelle aree individuate nelle carte della Variante in materia di Riduzione del Rischio Sismico del PTCP. RE, come:

- Aree potenzialmente instabili;

qualora si prevedano interventi sul territorio con cambi di destinazione d'uso in zone appartenenti a tale classe.

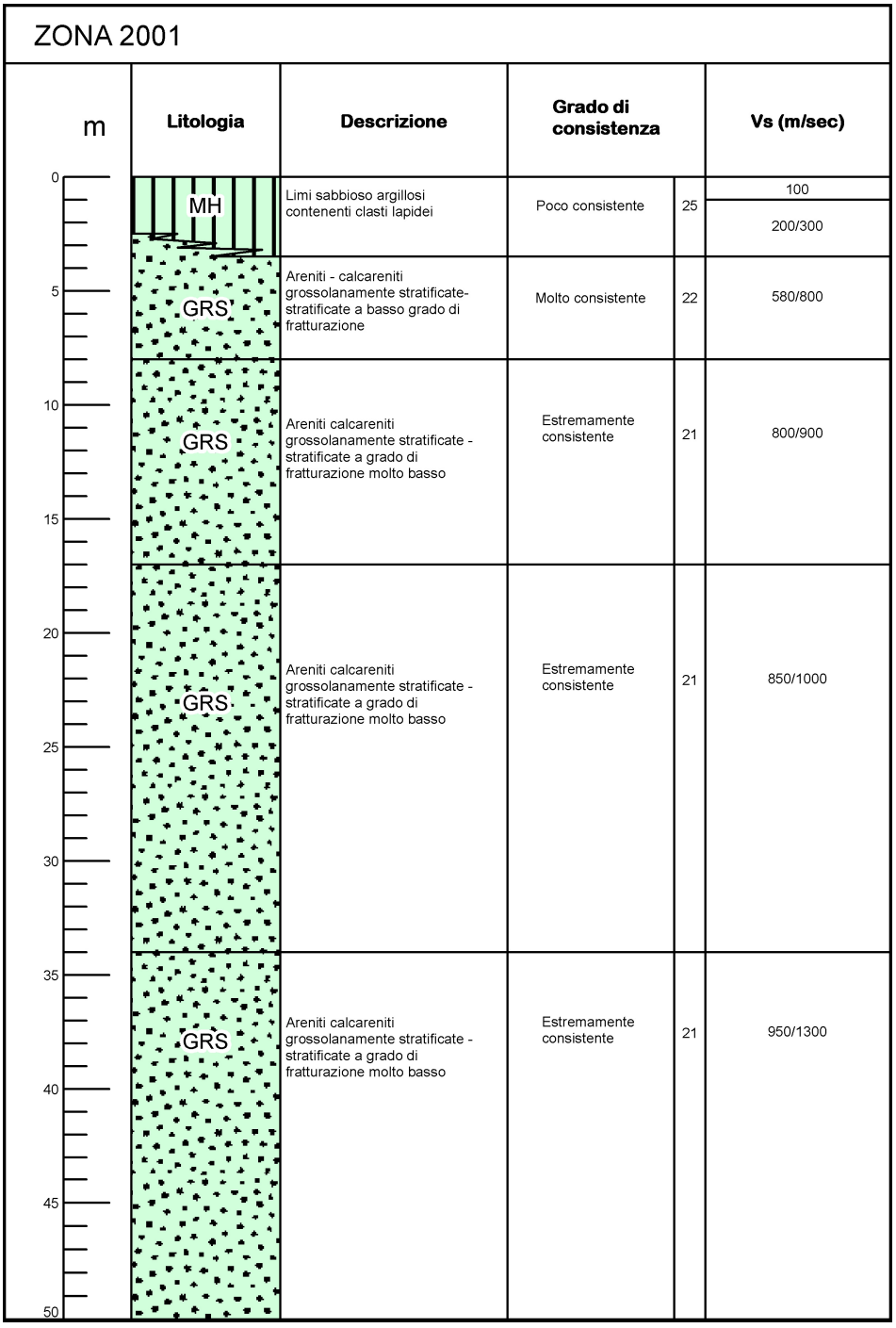
I modelli geologico strutturali rappresentativi degli assetti che contraddistinguono le aree oggetto di microzonazione sismica, sono visualizzati nella tavola sezioni geologiche (Tav. 1.3.1).

Il modello litologico stratigrafico e del risentimento sismico che caratterizza le zone a comportamento sismico equivalente, visualizzate nella Tav. 1.6 (MOPS), definito in funzione della profondità del substrato a comportamento rigido o non rigido, dello spessore e grado di addensamento dei materiali delle coperture, è schematicamente riassunto nelle colonne litostratigrafiche di seguito riportate.



1022 - Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (2–3 m) costituiti da limi sabbioso argillosi con diffusa presenza di clasti lapidei di piccola dimensione, su substrato arenitico stratificato con stratificazione che non influenza le caratteristiche di resistenza dell'ammasso, L/P>3, a comportamento rigido con Vs>580/800 m/sec. nei primi 4/8 m pc ed a profondità sottostanti: Vs>800 m/sec (PAT–PAT4).

effetti attesi: potenziale amplificazione per effetti della topografia.
studi richiesti: indagini per caratterizzazione del Vs_{30}.
microzonazione sismica: Se Vs_{30}>800 m/sec nessun ulteriore approfondimento; se Vs_{30}<800 m/sec approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.
Fa. PGA: 1,0 - 1,04; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,0 - 1,04; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,0 - 1,04
FA 0,1 - 0,5 sec: 1,0 - 1,04; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,0 - 1,04; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,0 - 1,04
Categoria suolo di Fondazione A



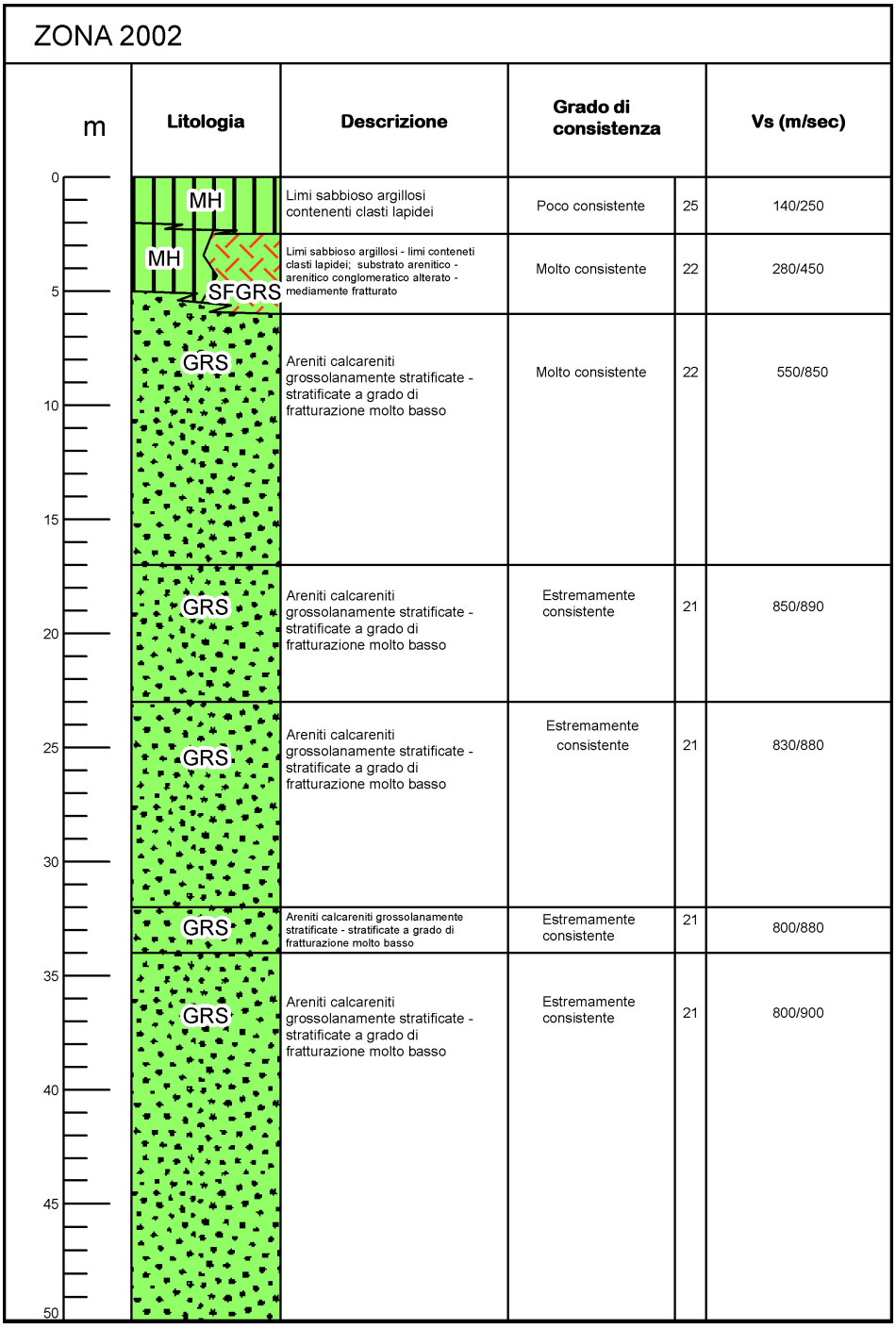
2001 - Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (2–3 m) costituiti da limi sabbioso argillosi con diffusa presenza di clasti lapidei di piccola dimensione, su substrato arenitico stratificato con stratificazione che non influenza le caratteristiche di resistenza dell'ammasso, L/P>3, a comportamento rigido con Vs>580/800 m/sec. nei primi 4/8 m pc ed a profondità sottostanti: Vs>800 m/sec, pendenze > 15° (PAT–PAT4).

effetti attesi: potenziale amplificazione per effetti della topografia.

studi richiesti: indagini per caratterizzazione del Vs_{30}.

microzonazione sismica: Se Vs_{30}>800 m/sec nessun ulteriore approfondimento; se Vs_{30}<800 m/sec approfondimenti di II° livello; pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,1 - 1,3; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,1 - 1,3; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,1 - 1,3;
FA 0,1 - 0,5 sec: 1,1 - 1,3; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,1 - 1,3; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,1 - 1,3
Categoria suolo di Fondazione: A



2002 – Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (2–5 m) costituiti da limi – limi sabbioso argillosi con diffusa presenza di clasti lapidei di piccola dimensione, su substrato arenitico – arenitico conglomeratico con intercalati in netto subordine sottili strati pelitici, L/P>3 ÷ 3>L/P>1/3, alterato e/o a medio grado di fratturazione sino a -6 m pc ed a medio basso grado di fratturazione sino a -15 m pc, con stratificazione che non influenza le caratteristiche dell'ammasso; substrato a comportamento rigido: Vs>800/900 m/sec (CIGa – RAN2a – RAN3b).

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

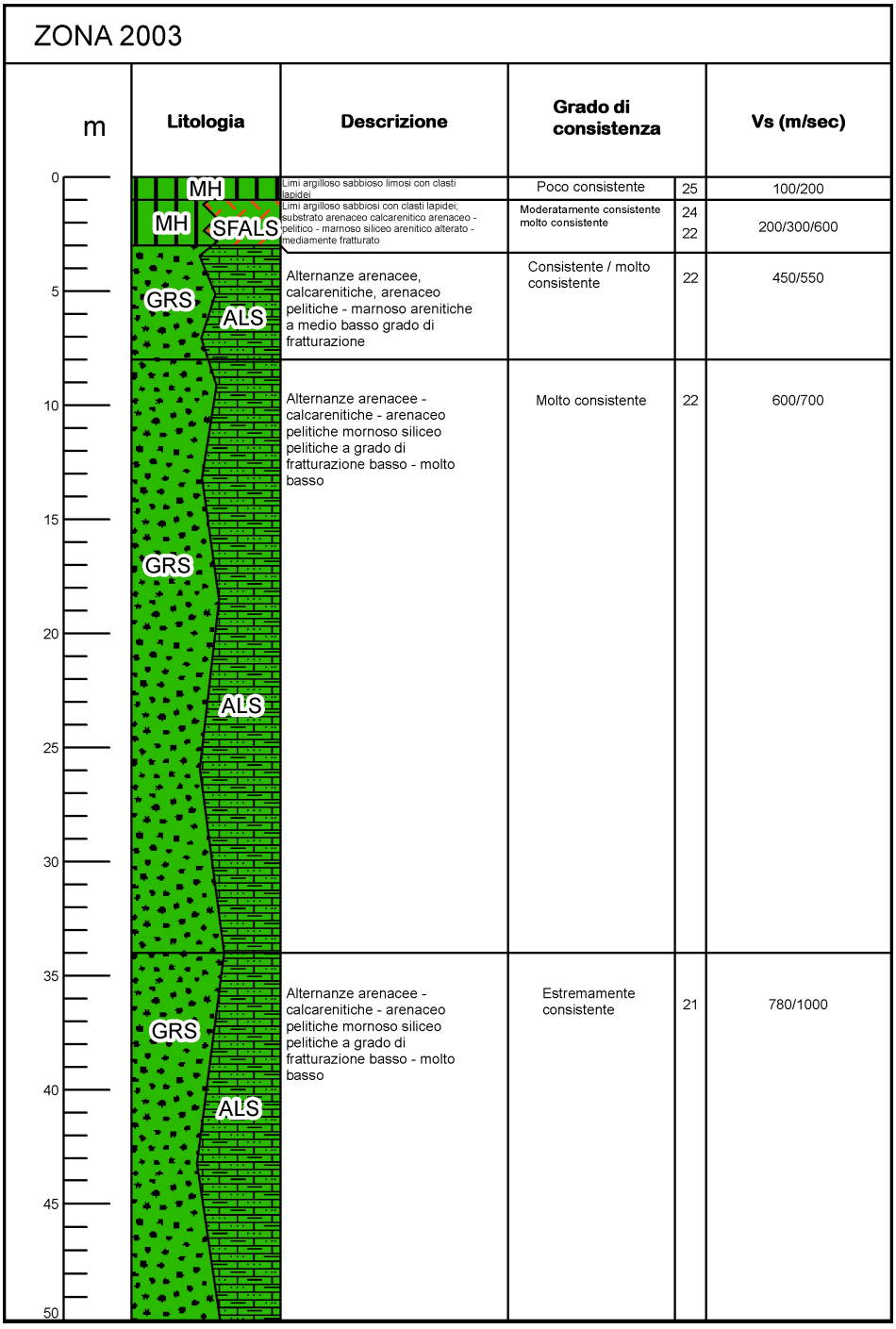
studi richiesti: indagini per caratterizzazione del Vs_{30}.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,1 - 1,3; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,0 - 1,04; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,0 - 1,04

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,1 - 1,3; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,0 - 1,04; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,0 - 1,04

Categoria suolo di Fondazione: B



2003 – Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (<3 m) sabbioso limoso argillosi con diffusa presenza di clasti litici di piccola dimensione, su substrato arenaceo calcarenitico con stratificazione che non influenza le caratteristiche di resistenza dell'ammasso e substrato ad alternanze arenaceo pelitiche – marnoso siltose con livelli arenitici, L/P>3, a medio basso grado di fratturazione e consistente – molto consistente sino a -8/-10 m pc, a grado di fratturazione basso – molto basso e molto consistente alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido: Vs <600 – 750 m/sec (PAT5 – CTG – CTG1 – CTG2 – ANT5 – ANT4 – CIG4).

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

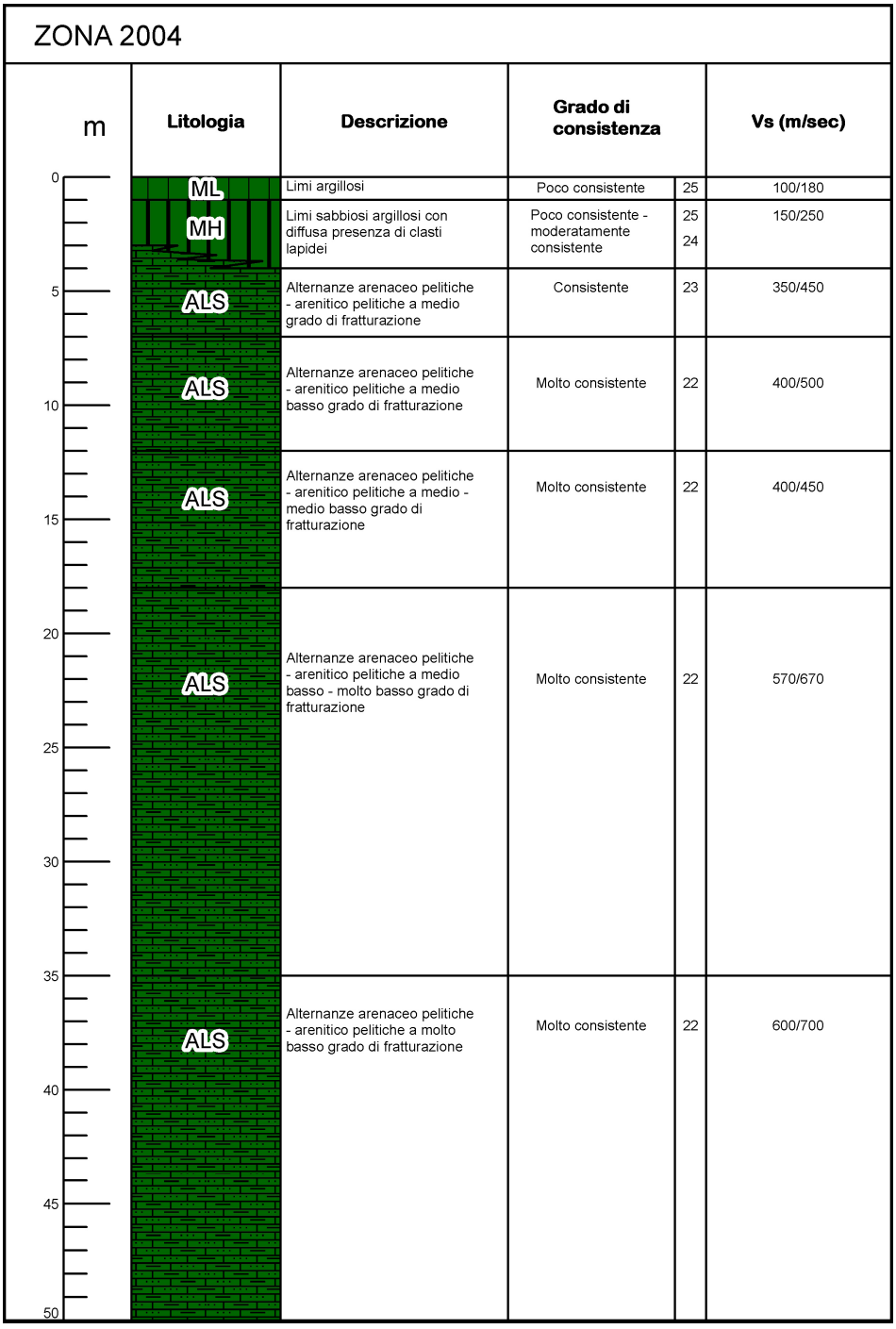
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,3 - 1,4; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,3 - 1,4; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,3 - 1,4; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,3 - 1,4; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B



2004 - Depositi eluvio – colluviali limoso sabbioso argillosi contenenti clasti litici a granulometria ghiaiosa, di modesto spessore (2,5/4 m) su substrato ad alternanze di strati arenaceo pelitici arenitico pelitici, rapporto lapidei/pelitici 3>L/P>1/3, stratificato, consistente a medio – medio basso fratturazione sino a -7 m pc ai quali seguono materiali molto consistenti a medio basso – basso grado di fratturazione sino -18/-20 m pc ed alle profondità sottostanti a fratturazione molto bassa; substrato a comportamento non rigido: Vs >550/700 m/sec (RAN2–RAN3)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

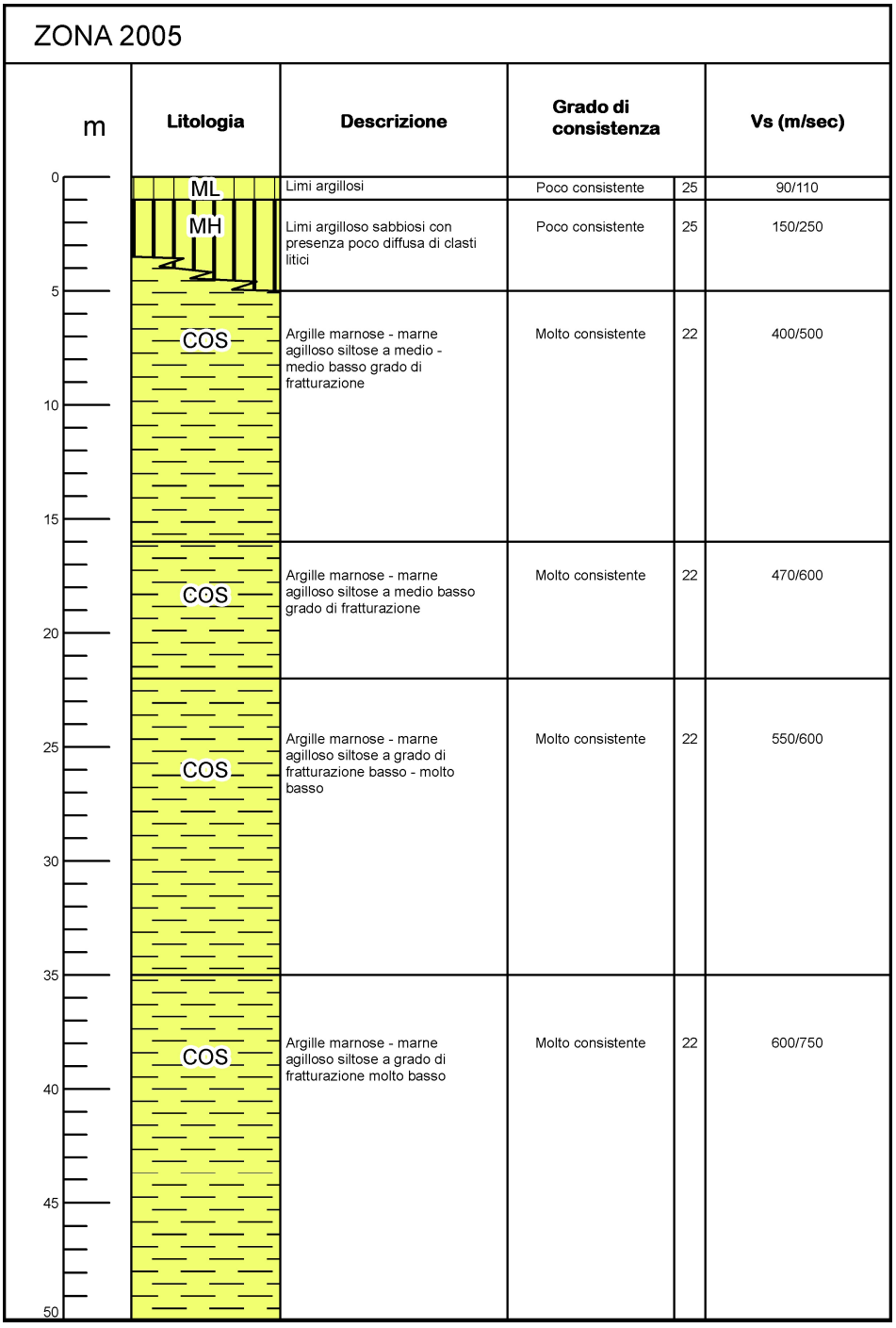
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,5 - 1,6; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,3 - 1,4; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B



2005 - Depositi eluvio colluviali di modesto spessore (3-5 m) limoso argillosi – limoso sabbioso argillosi, su substrato argilloso marnoso – marnoso argilloso siltoso stratificato – grossolanamente stratificato, a medio – medio basso grado di fratturazione sino a -15 m pc, medio bassa fratturazione sino a -22 m pc a bassa – molto bassa fratturazione ed elevata consistenza alle quote sottostanti; substrato a comportamento non rigido: Vs=500/650 m/sec (CIG–ANT–MMP)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

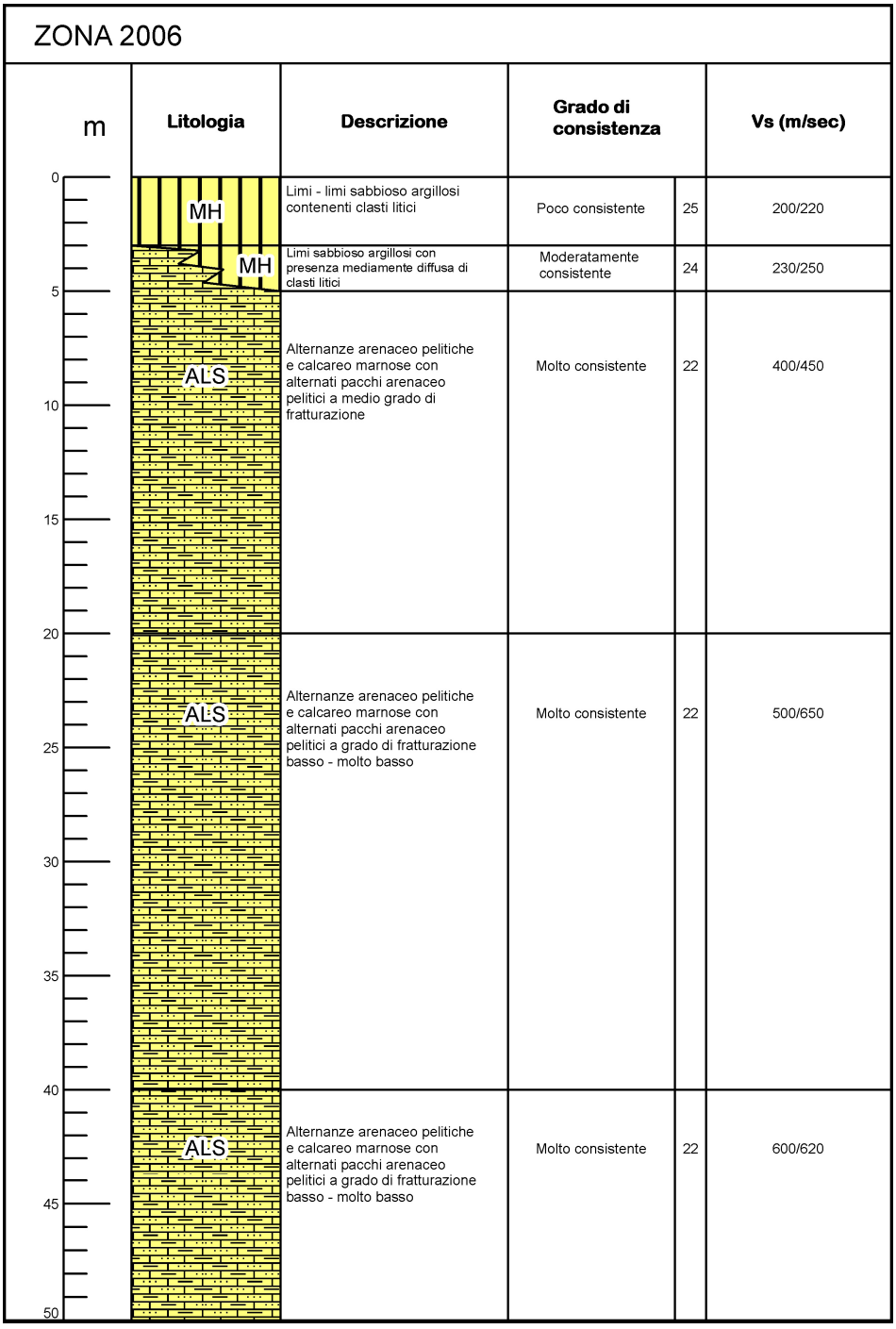
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,5 - 1,6; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,3 - 1,4; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B



2006 - Depositi eluvio colluviali argilloso limoso sabbiosi contenenti clasti litici a granulometria ghiaiosa, di modesto spessore (2-5 m) su substrato ad alternanze di strati arenaceo pelitici, calcareo marnosi con intercalati pacchi di strati arenaceo pelitici, rapporto lapidei/pelitici 3>L/P>1/3, stratificato molto consistente ed a medio basso grado di fratturazione sino a -20 m pc e successivamente molto consistente e basso – molto basso grado di fratturazione; substrato a comportamento non rigido: Vs= 600/650 m/sec (MOH–MOV)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

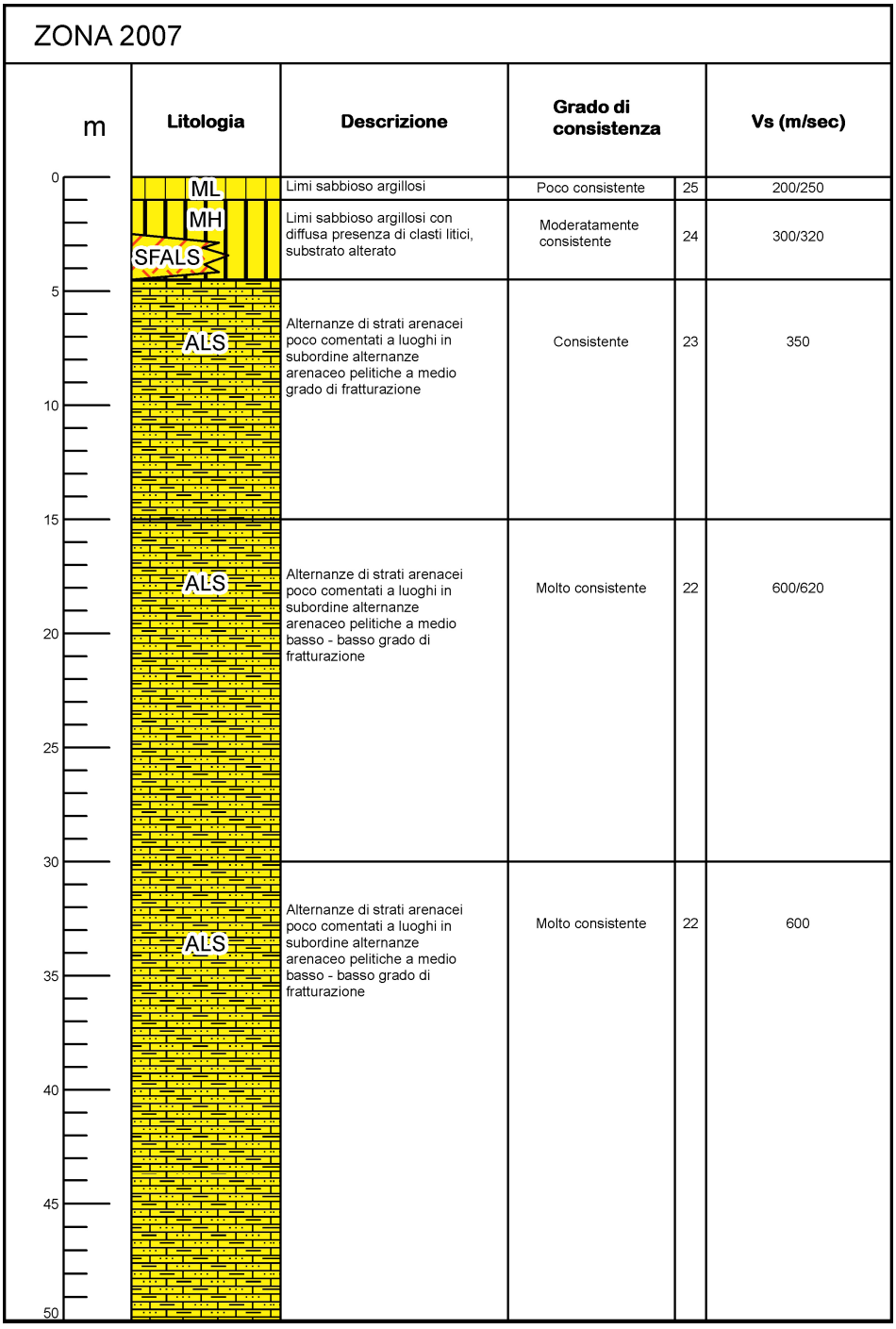
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,7 - 1,8; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

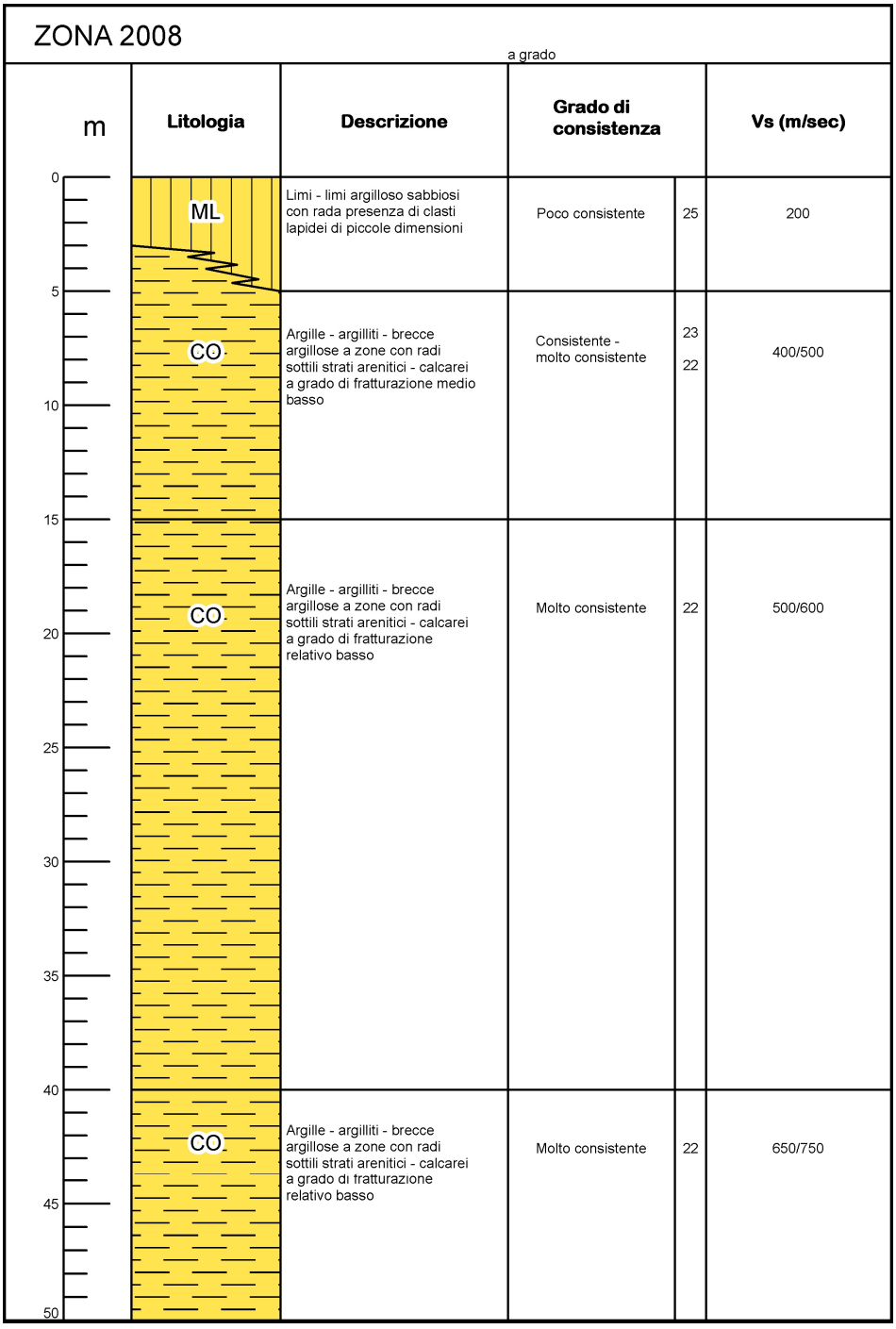
FA 0,1 - 0,5 sec: 1,7 - 1,8; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,3 - 1,4; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B



2007 - Depositi eluvio colluviali limoso sabbioso argillosi con diffusa presenza di clasti lapidei a granulometria ghiaiosa, di modesto spessore (3-4,5 m) su substrato ad alternanze di strati arenacei poco cementati con rade intercalazioni di alternanze arenaceo pelitiche, stratificato, a grado di fratturazione medio sino a -15 m pc, seguite da materiali a medio basso – basso grado di fratturazione sino a -30 m pc e basso grado alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido: Vs = 600 m/sec (LOI).

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica.
microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.
Fa PGA: 1,7 - 1,8; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4
FA 0,1 - 0,5 sec: 1,7 - 1,8; FA. 0,4 - 0,8 sec: 1,3 - 1,4; FA. 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4
Categoria suolo di Fondazione: B



2008 - Depositi eluvio colluviali, argilloso limosi – limoso argillosi di modesto spessore (<3-5 m) su substrato argilloso – argillitico intensamente piegato e fratturato, a brecce argillose o fitte alternanze prevalentemente pelitiche con intercalati sottili strati arenitici – calcarenitici in netto subordine: L/P <1/3, consistenti a medio basso grado di fratturazione sino a -15 m pc, molto consistente e basso grado di fratturazione alle profondità sottostanti, a caratteristiche principalmente coesive; substrato a comportamento non rigido: Vs<600/700 m/sec (MVT–BAI–BAI4–AVV–SCB)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche.

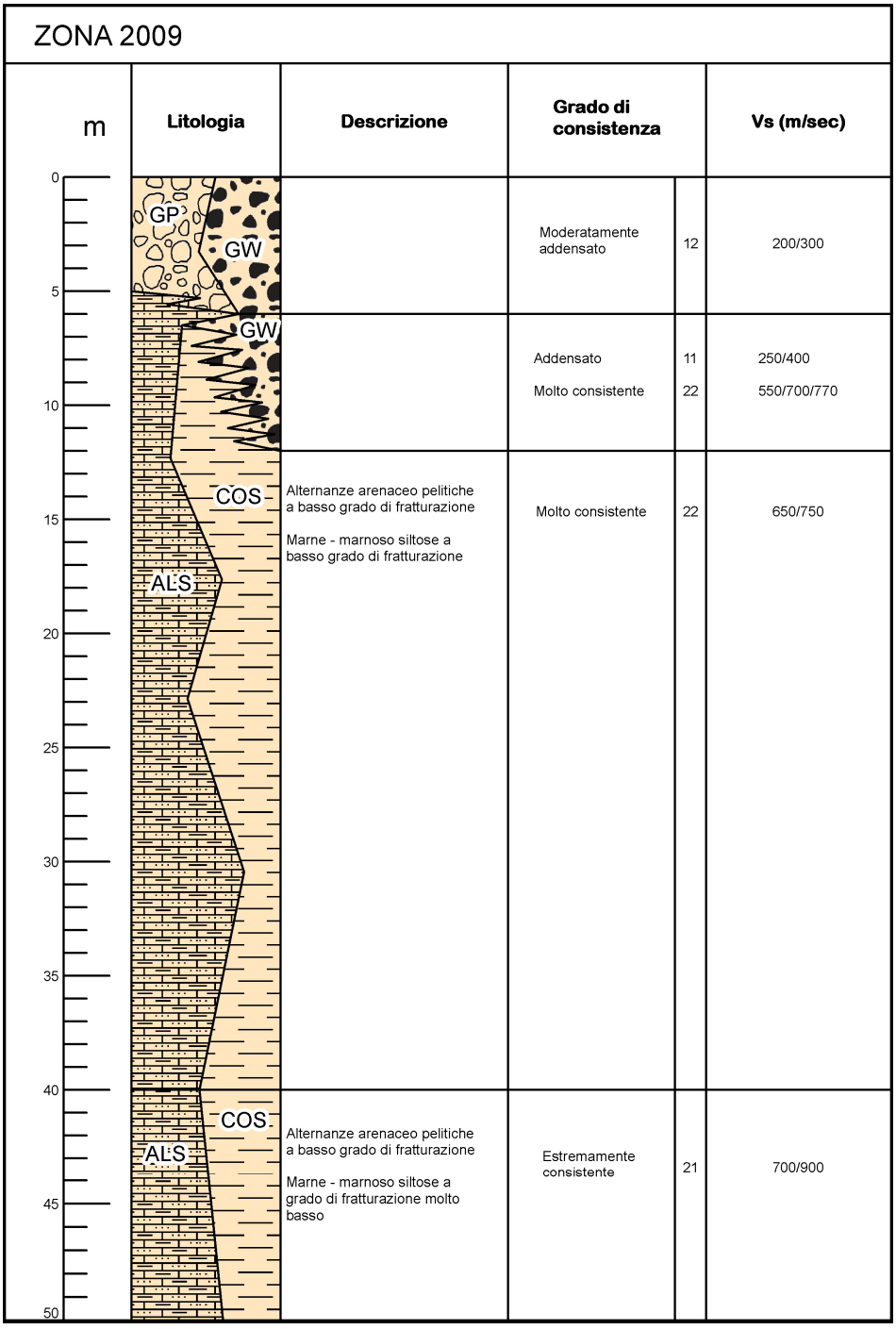
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,9 - 2,0; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,7 - 1,8; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,7 - 1,8; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,3 - 1,4; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B



2009 - Depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi a granulometria ben assortita – poco assortita, addensati, con spessori di 5/6 – 10/12 m, su substrato arenaceo – pelitico con rapporto lapidei/pelitici. 3>L/P>1/3 o alternanze marnoso pelitiche – siltoso sabbiose prevalentemente pelitiche, a basso grado di fratturazione e molto consistenti; substrato a comportamento non rigido: Vs <650/750 m/sec (AES8 / RAN2 – RAN3 – ANT – CTG – CTG1 – CIG)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche

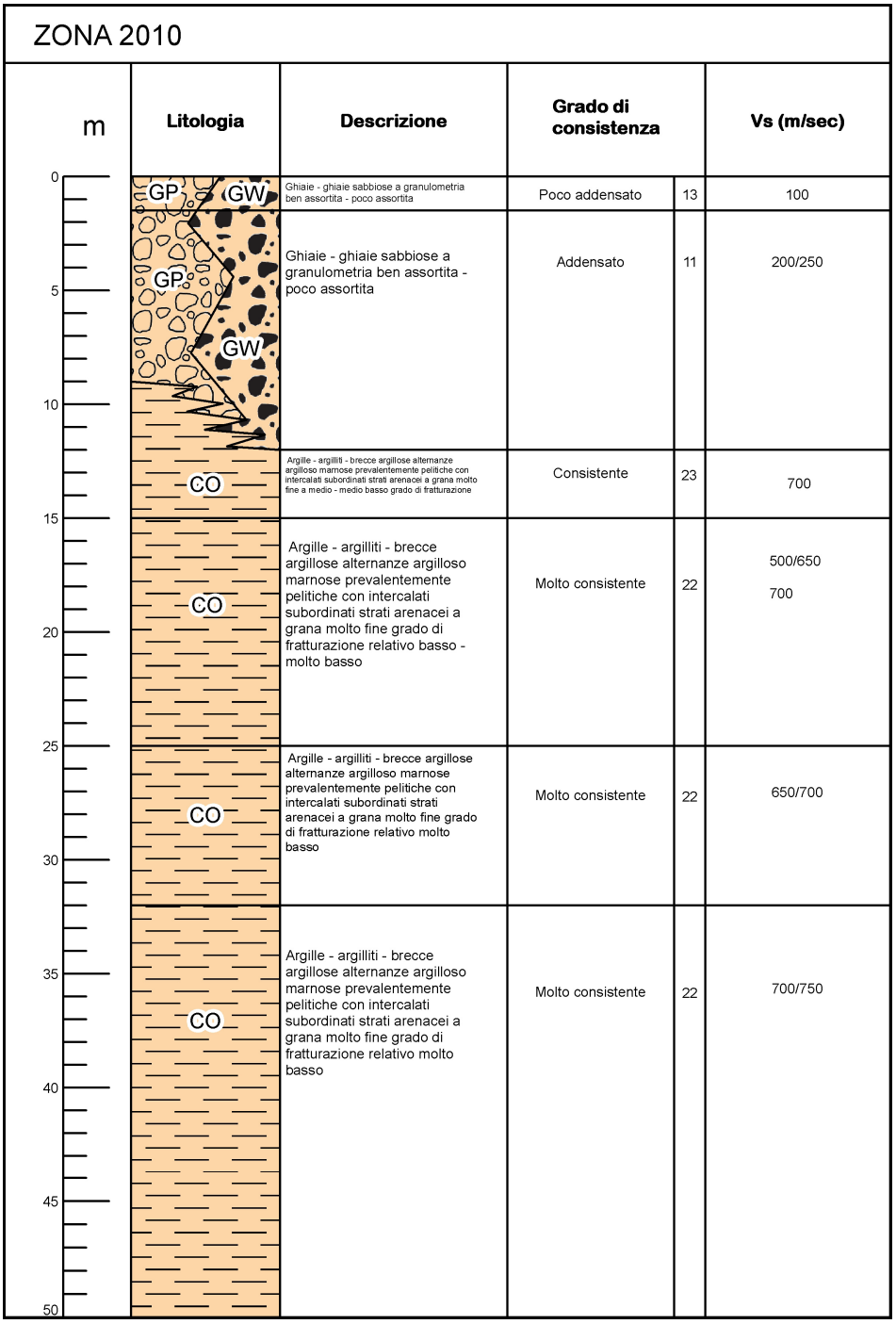
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di orli di scarpata con h>15 m valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,5 - 1,6; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,3 - 1,4; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B



2010 - Depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi a granulometria ben assortita – poco assortita, addensati, con spessori di 8 – 12 m, su substrato argilloso – argillitico ad alternanze pelitico marnose con intercalati subordinati strati arenacei a grana fine prevalentemente pelitiche, a grado di fratturazione medio – medio basso sino a -15 m pc e molto basso – basso alle profondità sottostanti, consistenti – molto consistenti; substrato a comportamento non rigido: Vs<650/750 m/sec (AES8 / BAI – BAI4 – MMP – SCB)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche

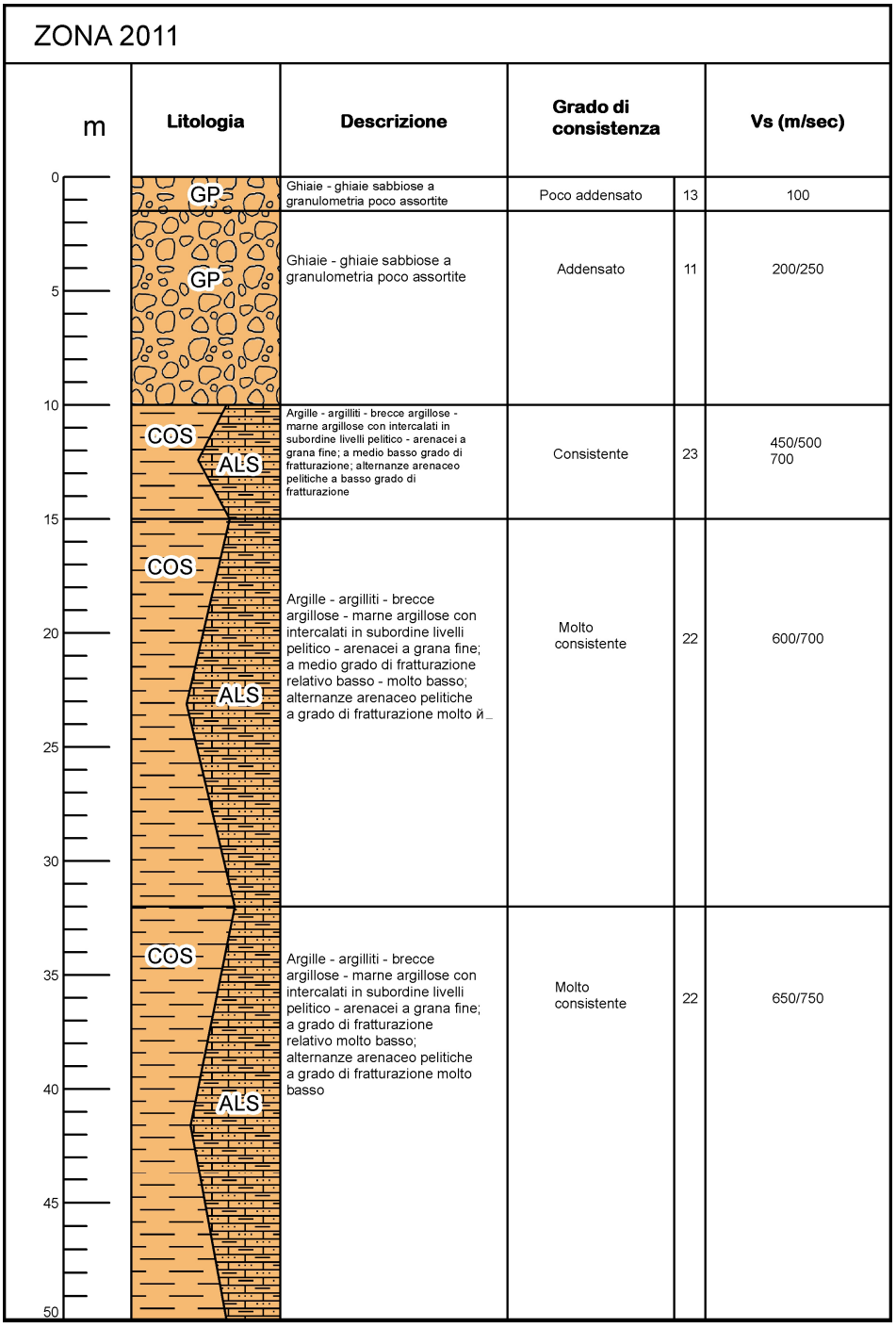
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di orli di scarpata con h>15m valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,7 - 1,8; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,7 - 1,8; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,7 - 1,8; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,3 - 1,4; FA. 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B



2011 - Depositi alluvionali di conoide, ghiaioso sabbioso limosi con granulometria poco assortita con spessori di 7/10 m su substrato argilloso – argillitico – marnoso argilloso a medio basso grado di fratturazione, o substrato ad alternanze arenaceo – pelitiche ed arenacee a grado di fratturazione basso sino a -15 m pc e successivamente molto basso, a consistenza molto elevata; substrato a comportamento non rigido: Vs<600/750 m/sec. (i1–i2 / BAI4–RAN2–PAT4)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche

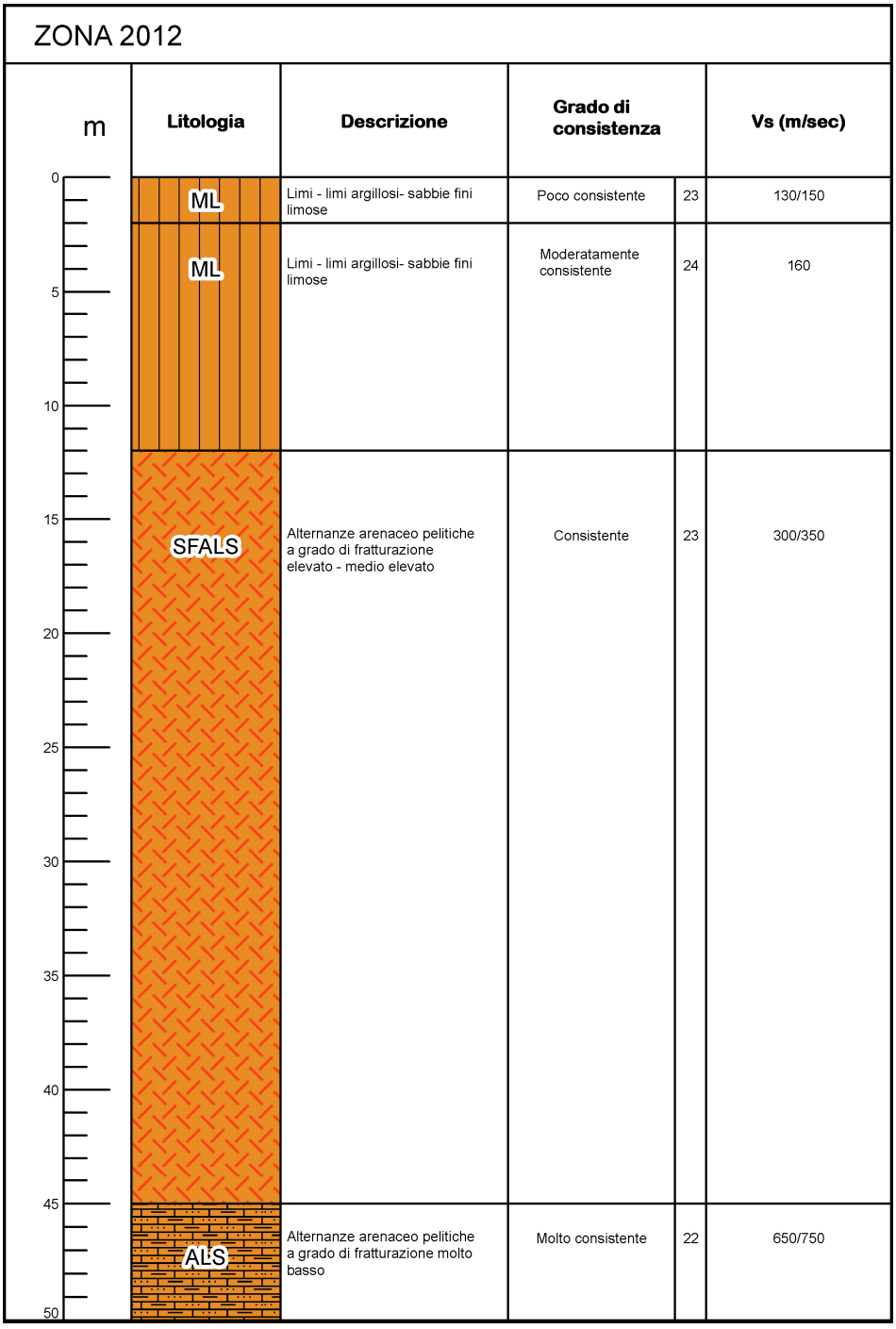
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello, qualora presenti strati sabbiosi – sabbioso limosi approfondimenti di III° livello per valutazione della pericolosità di liquefazione; nei casi di orli di scarpata con h>15 m valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,7 - 1,8; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,7 - 1,8; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,7 - 1,8; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,3 - 1,4; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B



2012 - Depositi eolici limosi – limoso argilloso sabbiosi con spessori di 10–15 m su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche a grado di fratturazione elevato – medio elevato sino a -45 m pc e molto basso alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido: Vs<350/650 m/sec (d1/CIG4)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche

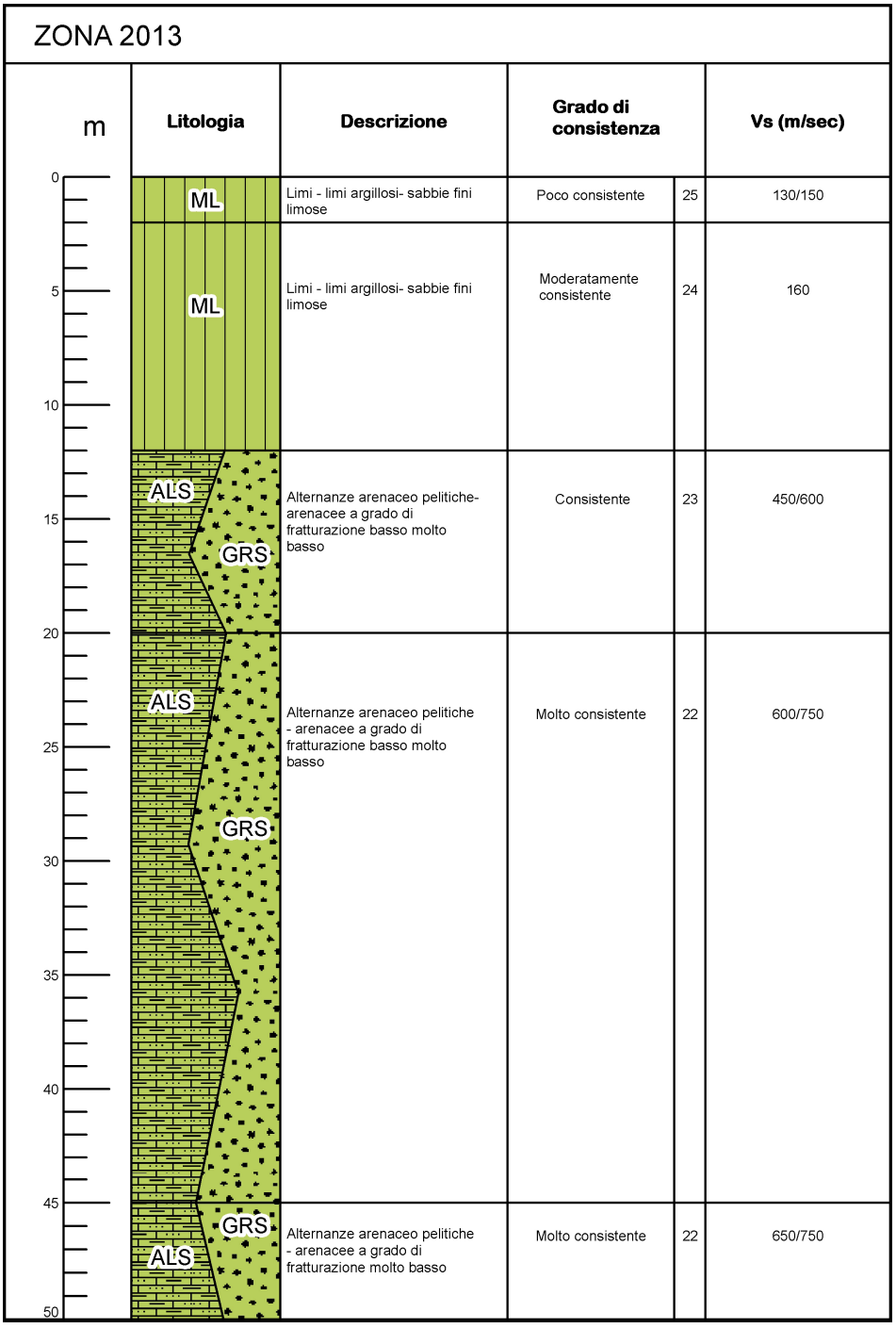
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

FA PGA: 2,3 – 2,4; FH 0,1 - 0,5 sec: 2,6; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,7 – 1,8

FA 0,1 - 0,5 sec: 2,5; FA 0,4 - 0,8 sec: 2,3 - 2,4; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,5 - 1,6

Categoria suolo di Fondazione: C



2013 - Depositi eolici limosi – limoso argilloso sabbiosi con spessori di 10–12 m su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche – arenacee a grado di fratturazione basso – molto basso sino a -20 m pc e molto basso alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido: Vs<650/750 m/sec (d1 / CIG4–CTG–PAT4–PAT)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche

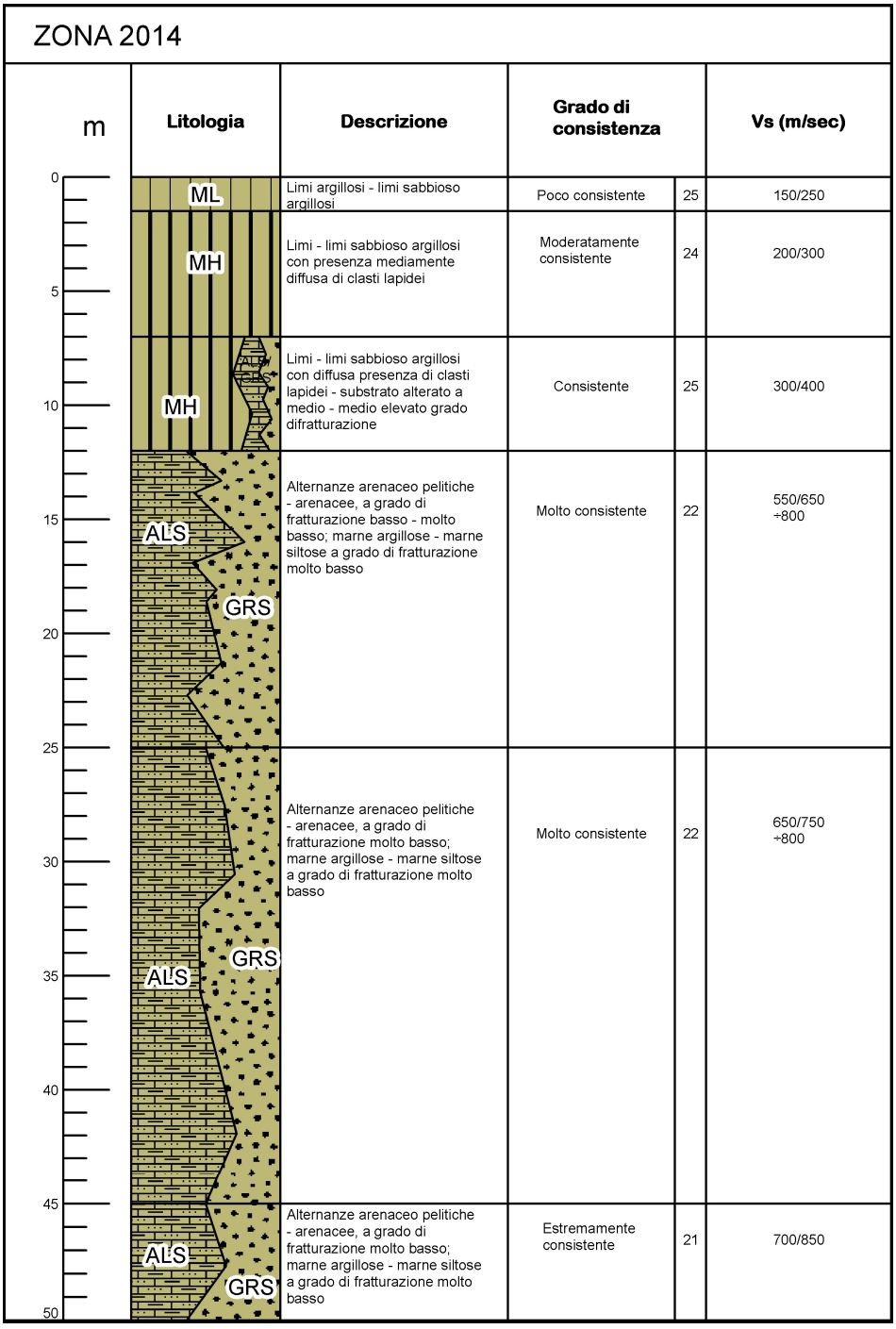
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,9 - 2; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,9 - 2; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,9 – 2; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,5 - 1,6; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B



2014 - Depositi eluvio – colluviali, periglaciali – di versante, detriti di falda, limoso, argilloso, sabbiosi contenenti clasti litici a granulometria ghiaiosa in presenza mediamente diffusa sino a -7 m pc e molto diffusa da -7 a -12 m pc, su substrato stratificato pelitico marnoso con frazioni arenitiche e substrato ad alternanze di strati arenacei – arenaceo pelitici, rapporto lapidei/pelitici: 3>L/P>1/3 – L/P>3, detensionato e/o a grado di fratturazione medio – medio elevato sino a -10/-15 m pc e bassa – molto bassa fratturazione alle profondità sottostanti; substrato a comportamento sia rigido: PAT Vs>800 m/sec, che non rigido Vs = 600/750 m/sec altri litotipi

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche

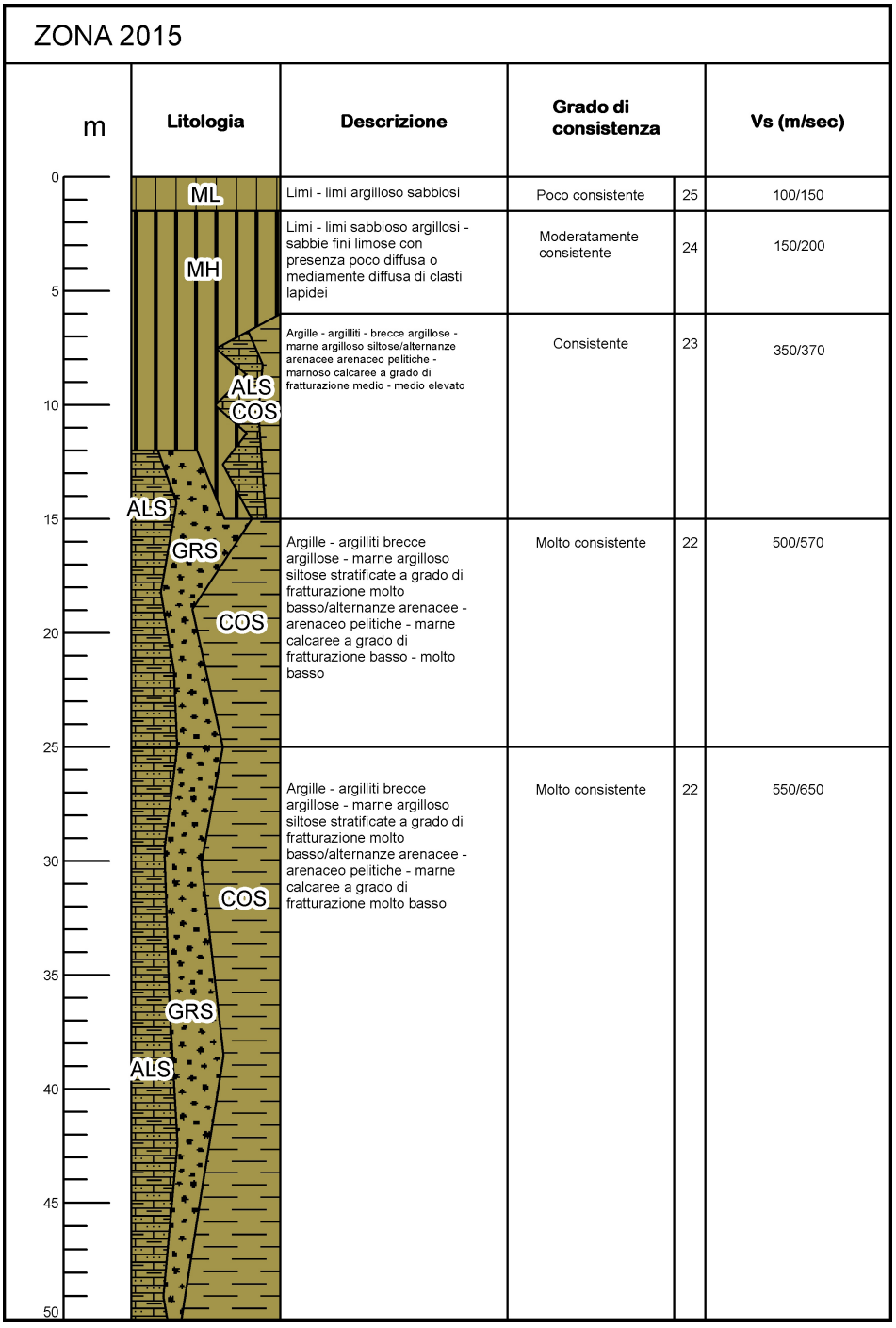
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza > 15° e/o orli di scarpata con h>15m valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,7 - 1,8; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,5 - 1,6; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,7 - 1,8; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,3 - 1,4; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B



2015 - Depositi eluvio – colluviali, periglaciali – di versante, detriti di falda, limosi – sabbioso limosi argillosi con presenza da poco diffusa a mediamente diffusa di clasti lapidei con spessori di 10/15 m su substrato argilloso – argillitico – marnoso argilloso siltoso detensionato a medio – medio elevato grado di fratturazione da -5 a -12 m, o substrato ad alternanze arenacee – arenaceo pelitiche a grado di fratturazione medio – medio elevato sino a -15 m pc e successivamente basso – molto basso, a consistenza molto elevata; substrato a comportamento non rigido: Vs<550/650 m/sec

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche

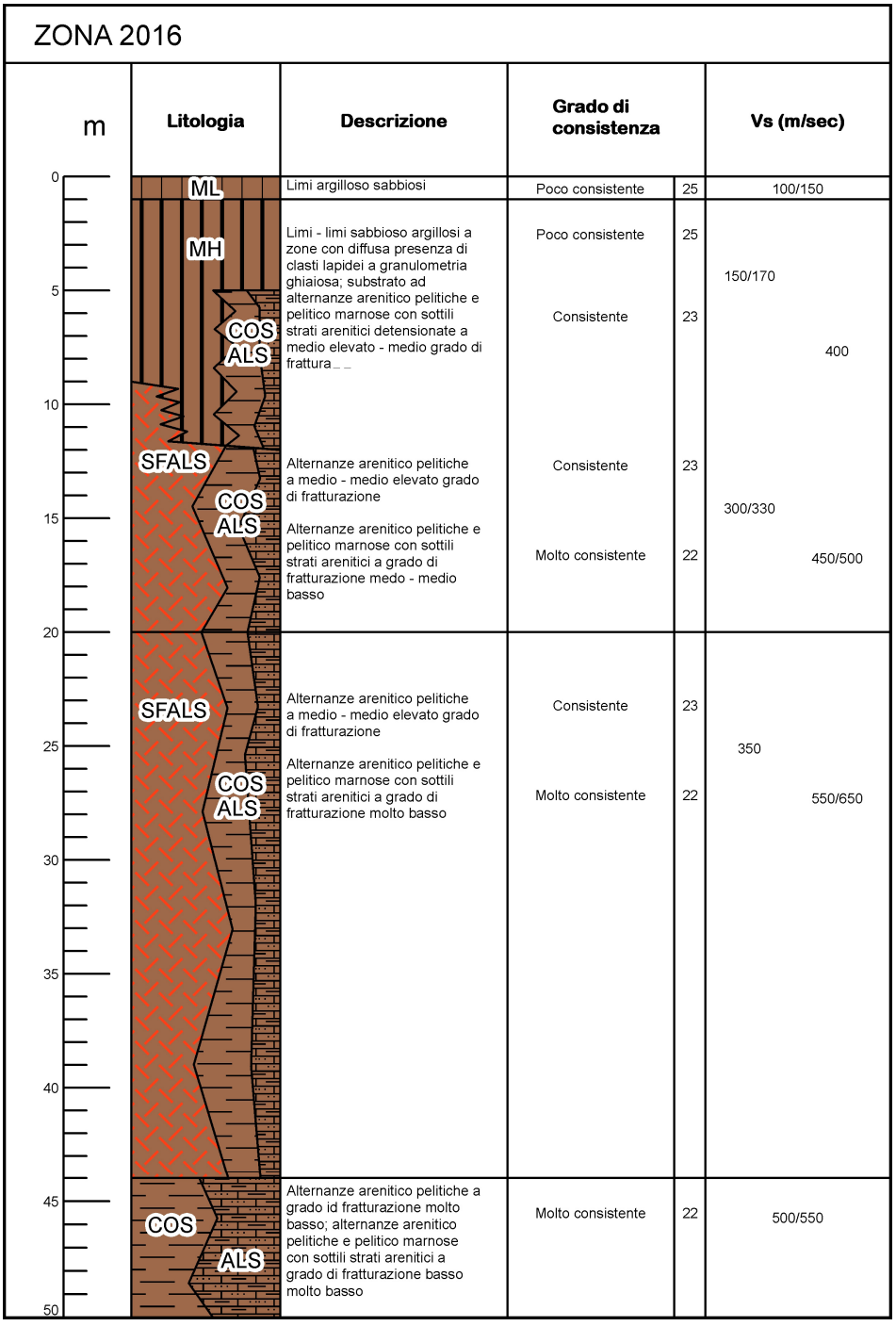
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza >15° e/o orli di scarpata con h>15 m valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,9 - 2,0; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,9 - 2,0; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,3 - 1,4

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,9 - 2,0; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,5 - 1,6; FA. 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B



2016 - Depositi eluvio – colluviali, eolici, di versante, limosi – sabbioso limosi argillosi e periglaciali – detriti di falda con presenza diffusa a di clasti lapidei, con spessori di 10/12 m e su substrato ad alternanze arenitico pelitiche e pelitico marnose con sottili strati arenitici, detensionato a grado di fratturazione medio – medio elevato da 5 a 12 m, seguiti da substrato ad alternanze arenaceo pelitiche – pelitico marnose a grado di fratturazione medio elevato – medio sino a -15 m pc e alternanze pelitico marnose – arenitico pelitiche a medio basso - basso sino a -20 m pc; alle profondità sottostanti a grado di fratturazione molto basso – basso. Substrato a comportamento non rigido: Vs<350 o 500÷650 m/sec

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche

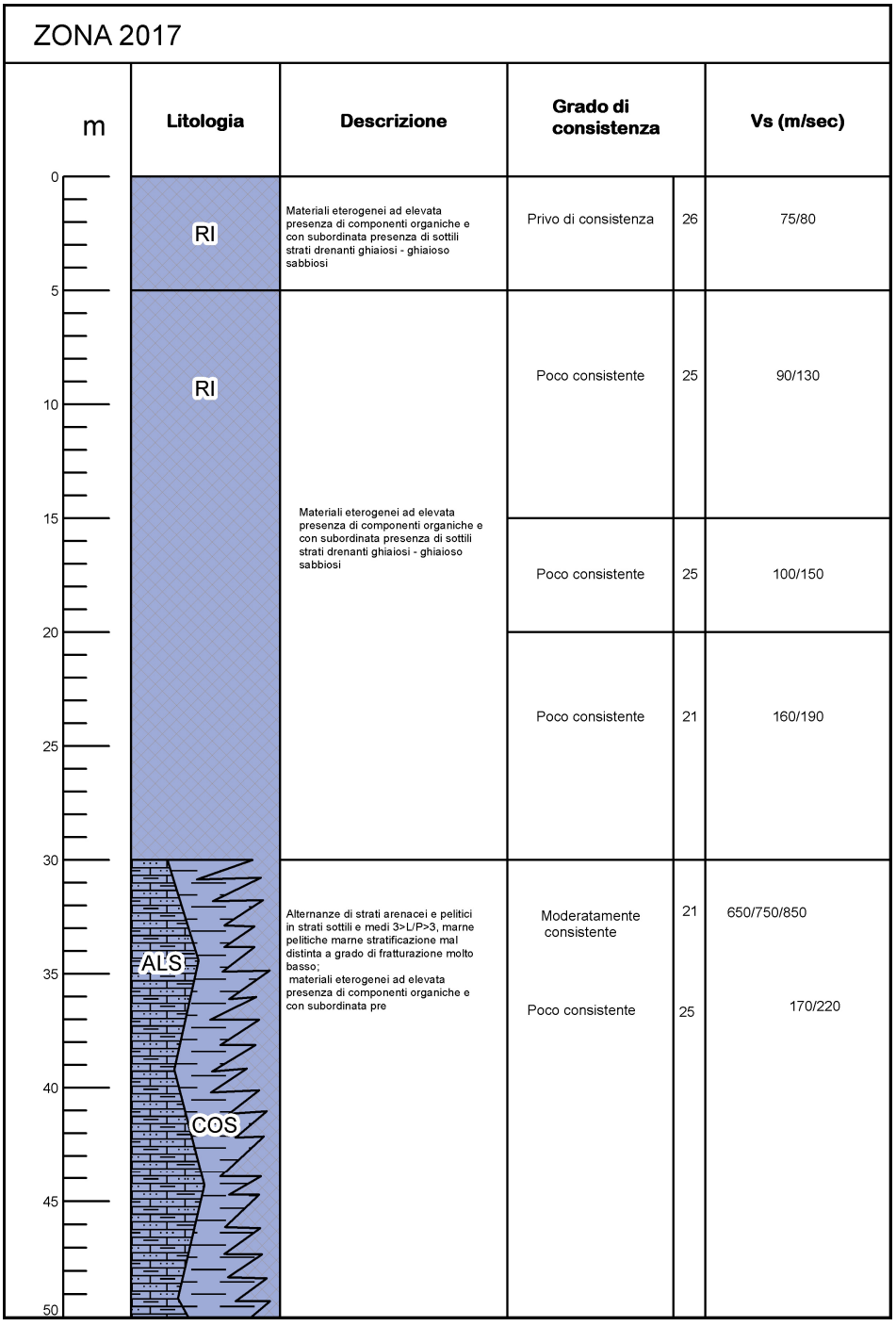
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

microzonazione sismica: approfondimenti di II° livello; nei casi di pendenza 15 e/o orli di scarpata con h>15 m valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 2,1 - 2,2; FH 0,1 - 0,5 sec: 2,3 - 2,4; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,5 - 1,6

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,9 - 2,0; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,5 - 1,6; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4

Categoria suolo di Fondazione: C



2017 – Resti di attività antropica costituiti da materiali eterogenei ad elevata percentuale di componenti organiche con subordinata presenza di sottili strati drenanti ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi a grado di consistenza molto basso, con spessori di 30÷50 m, su substrato ad alternanze arenitico pelitiche e pelitico marnose con sottili strati arenitici prevalentemente pelitici, a grado di fratturazione molto basso. Substrato a comportamento non rigido: Vs<650÷750 m/sec (RAN3–MMP–BAI4)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche

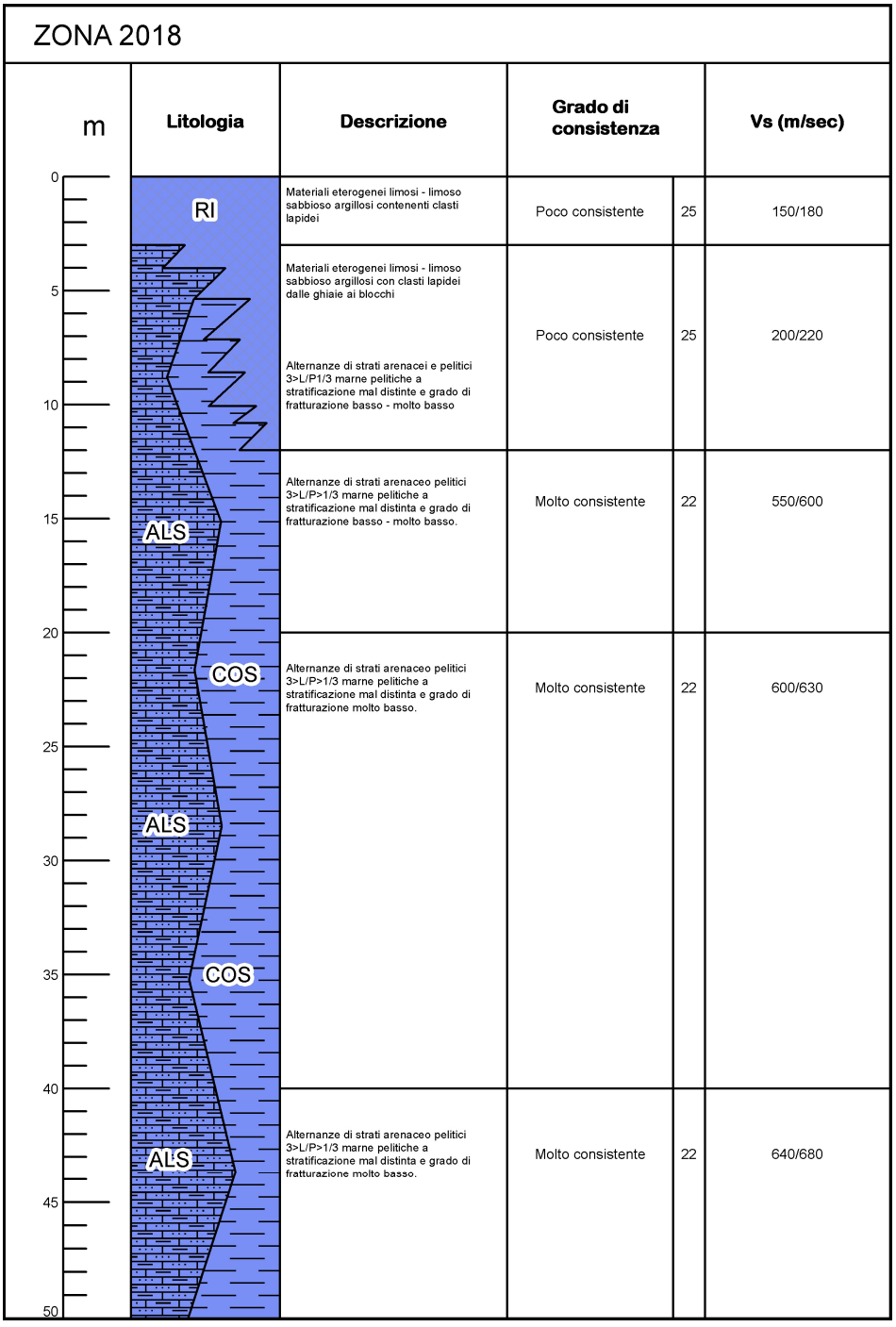
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello; nei casi di pendenza >15° e/o orli di scarpata con h>15 m valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 2,1 - 2,2; FH 0,1 - 0,5 sec: 2,6; FH 0,5 - 1,0 sec: 3,6

FA 0,1 - 0,5 sec: 2,4; FA 0,4 - 0,8 sec: 3,4; FA 0,7 - 1,1 sec: 3,4

Categoria suolo di Fondazione: D



2018 – Resti di attività antropica per recupero ambientale di ex area di cava costituiti da materiali limosi – limoso sabbiosi – limoso argillosi (MH) con presenza di clasti lapidei con granulometria dalle ghiaie ai blocchi (GC) provenienti da scavi di terre e rocce, a grado di consistenza molto basso – basso, con spessori di 5÷12 m, su substrato ad alternanze arenitico pelitiche e pelitico marnose con sottili strati arenitici prevalentemente pelitici, a grado di fratturazione molto basso. Substrato a comportamento non rigido: Vs<600÷700 m/sec. (RAN3–LOI–MMP)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche

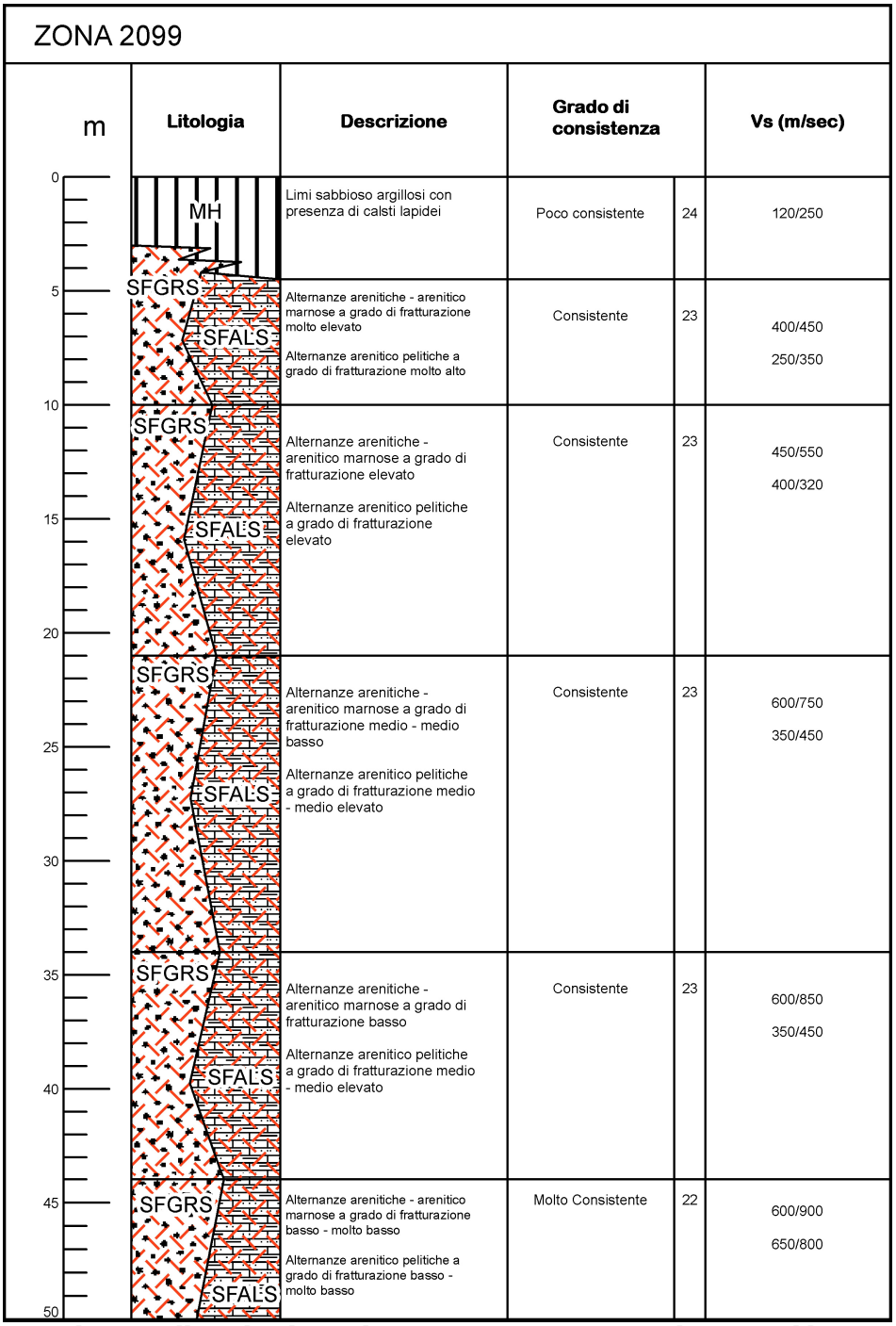
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico.

microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello; nei casi di pendenza >15° e/o orli di scarpata con h>15 m valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa. PGA: 2,1 - 2,2; Fa. FH. 0,1 - 0,5 sec: 2,3 – 2,4; Fa. FH. 0,5 - 1,0 sec: 1,5 – 1,6

Fa. FA. 0,1 - 0,5 sec: 2,3 – 2,4; Fa. FA. 0,4 - 0,8 sec: 1,7 – 1,8; Fa. FA. 0,7 - 1,1 sec: 1,5 – 1,6

Categoria suolo di Fondazione: D



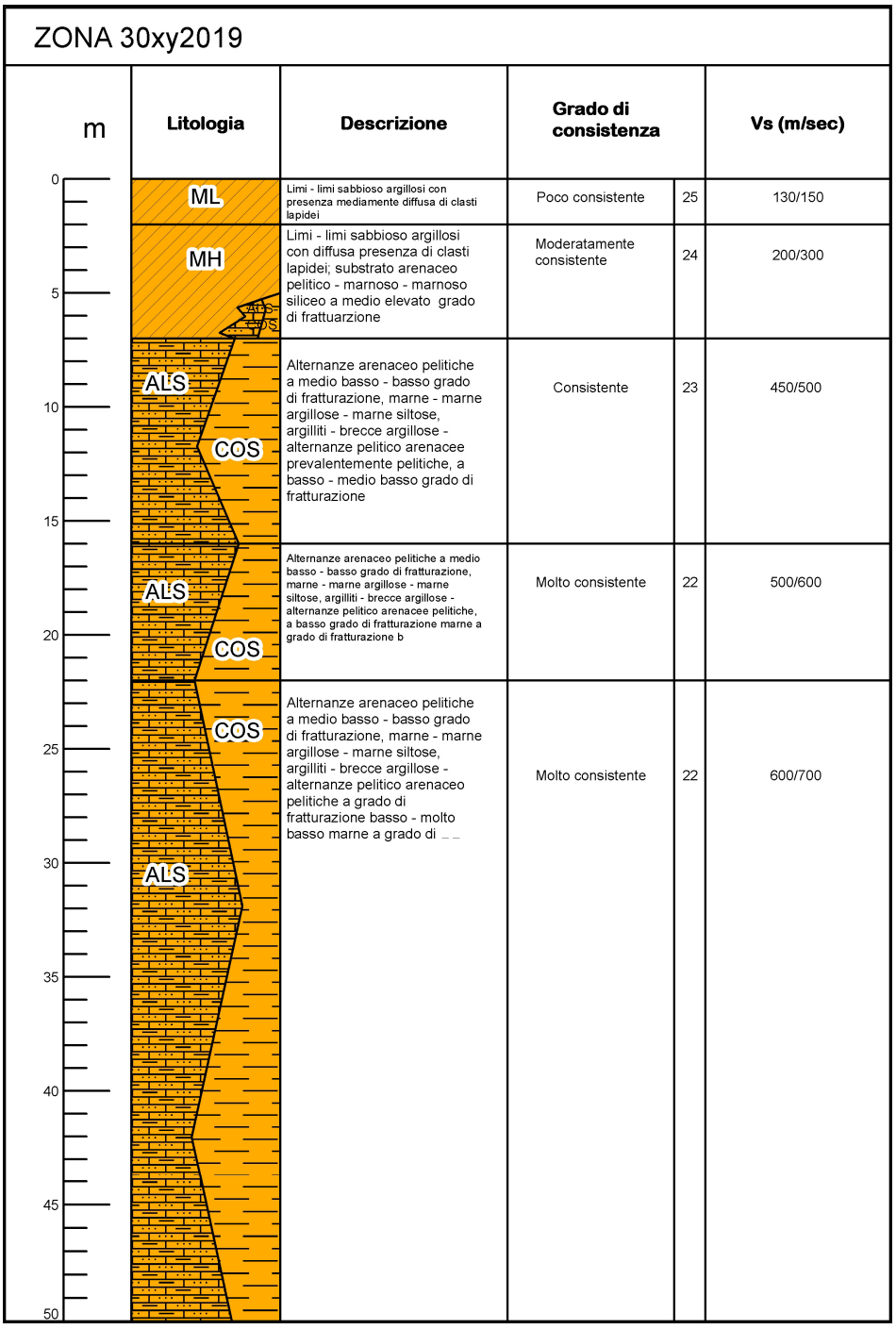
2099 - Depositi eluvio colluviali, di modesto spessore (3-4-5 m), limoso sabbioso argillosi con presenza mediamente diffusa di clasti lapidei, su substrato ad alternanze arenitiche – arenitico – marnose e alternanze arenitico pelitiche (L/P >3) stratificati, a grado di fatturazione, molto elevato nei primi 10 m del sottosuolo ed a grado di fatturazione elevato da -10 a -31 m pc, medio – medio elevato sino a -35/-44 m pc medio e successivamente a basso grado di fatturazione; substrato a comportamento non rigido: Vs<500/600 m/sec. (CIG4–CIG–PAT)

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche e variazione del grado di rigidezza

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica.

microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

- *CIG4 – CIG:* FA PGA: 1,9 – 2,0; FH 0,1 - 0,5 sec: 2,2- 2,3; FH 0,5 - 1 sec: 2,6 – 2,8;
FA 0,1 - 0,5 sec: 2,1 - 2,2; FA 0,4 - 0,8 sec: 2,7 - 2,9; . FA. 0,7 - 1,1 sec: 2,6 - 2,8; Categoria suolo: C
- *PAT:* FA PGA: 1,7 – 1,8; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,7 –1,8; FH 0,5 - 1 sec: 1,3 –1,4;
FA 0,1 - 0,5 sec: 1,7 - 1,8; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,5 - 1,6; . FA. 0,7 - 1,1 sec: 1,3 - 1,4; Categoria suolo: B



30xy 2019 - Accumuli di frana attivi e quiescenti, per scivolamento o complessi localmente di colata, con spessori di 6/8 m, su substrato ad alternanze arenaceo pelitiche marnose – marnoso silicee localmente argillitici – alternanze arenaceo pelitiche con prevalenza delle peliti, a medio – medio elevato a grado di fratturazione sino a -6/-8 m pc e successivamente grado di fratturazione basso – molto basso; substrato a comportamento non rigido, Vs≤600/700 m/sec

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche e variazione laterale del grado di rigidezza, instabilità.

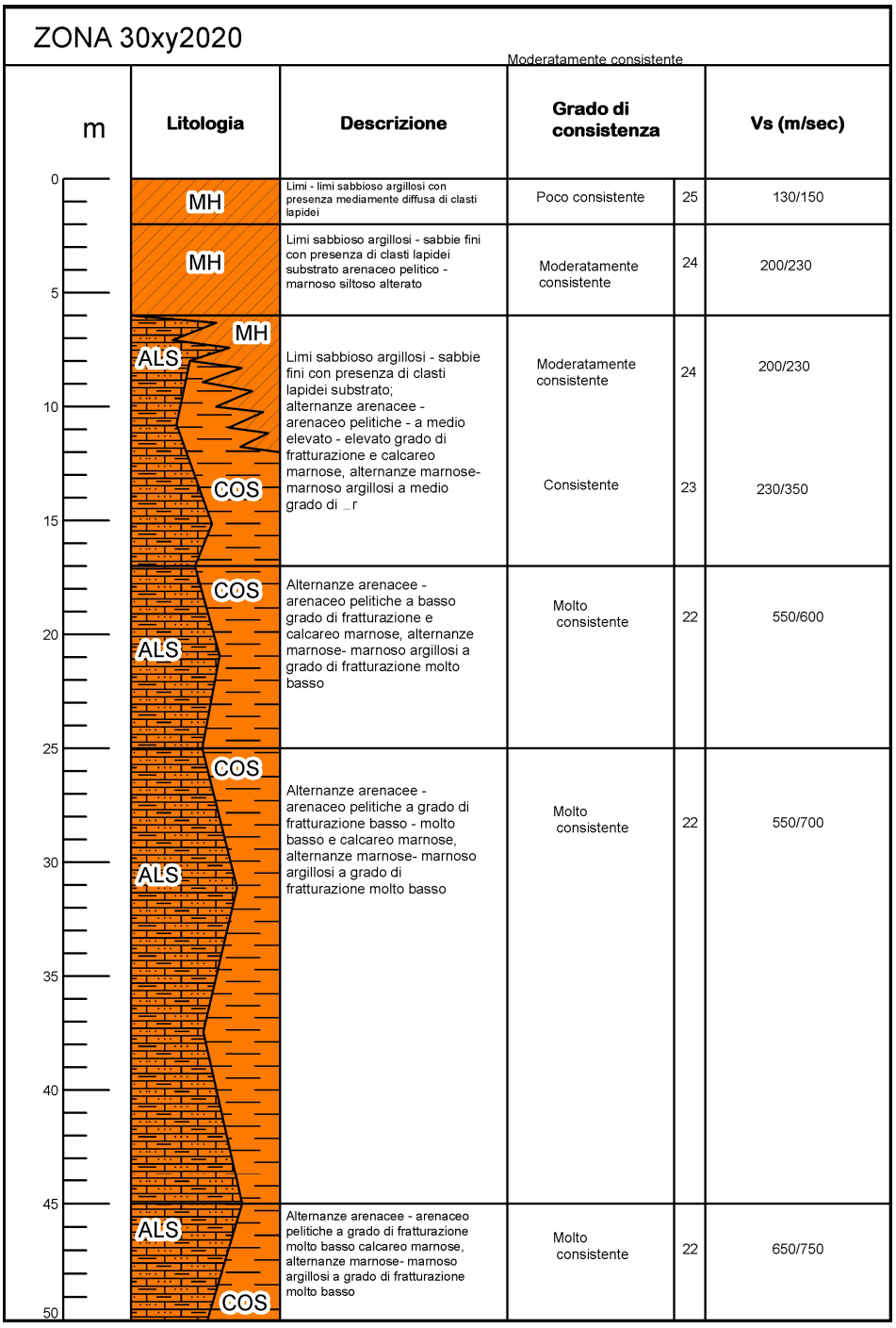
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico, valutazione del grado di stabilità in condizioni statiche e dinamiche con metodo pseudostatico o dinamico.

microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 2,1 - 2,2; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,9 – 2,0; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,5 – 1,6

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,9 - 2,0; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,9 – 2,0; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 – 1,4

Categoria suolo di Fondazione: B -E



30xy 2020 - Accumuli di frana attivi - quiescenti, complessi e di scivolamento o di colata con spessori di 6/10/15 m, su substrato ad alternanze arenacee – arenaceo pelitiche – marnoso calcaree, a medio elevato – elevato grado di fratturazione sino a -12/-15 m pc ed a grado di fratturazione basso – molto basso alle profondità sottostanti; frane su substrato marnoso – marnoso argilloso stratificato a medio elevato grado di fratturazione sino a -10 pc e medio da -10 a -15 m pc; substrato a comportamento non rigido, Vs=550/700 m/sec.

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche e variazione laterale del grado di rigidezza, instabilità.

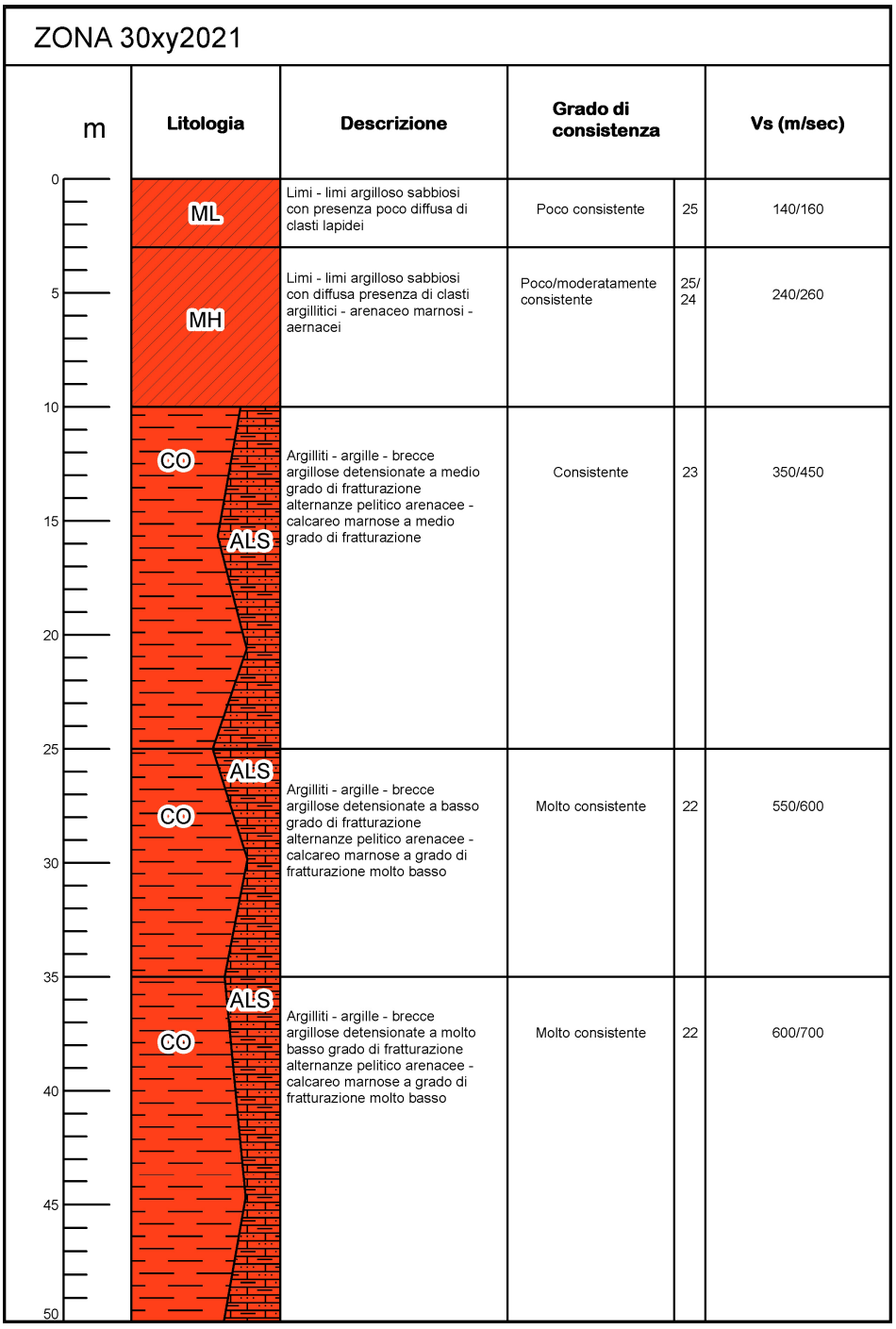
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico, valutazione del grado di stabilità in condizioni statiche e dinamiche con metodo pseudostatico o dinamico.

microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 2,1 - 2,2; FH 0,1 - 0,5 sec: 2,3 – 2,4; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,5 – 1,6

FA 0,1 - 0,5 sec: 2,1 - 2,2; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,9 – 2,0; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,5 – 1,6

Categoria suolo di Fondazione: C -E



30xy 2021 - Accumuli di frana attivi e quiescenti per scivolamento o complessi o di colata, con spessori di 8/12/15 m, poco/moderatamente consistenti sino a -10/-15 m pc, su substrato argillitico – argilloso a brecce argillose detensionate a medio grado di fratturazione, e su substrato ad alternanze pelitico arenacee prevalentemente pelitiche e calcareo marnose a medio grado di fratturazione sino a -25 m pc, a grado di fratturazione basso – molto basso alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido, Vs=550/600 m/sec.

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche e variazione laterale del grado di rigidezza, instabilità.

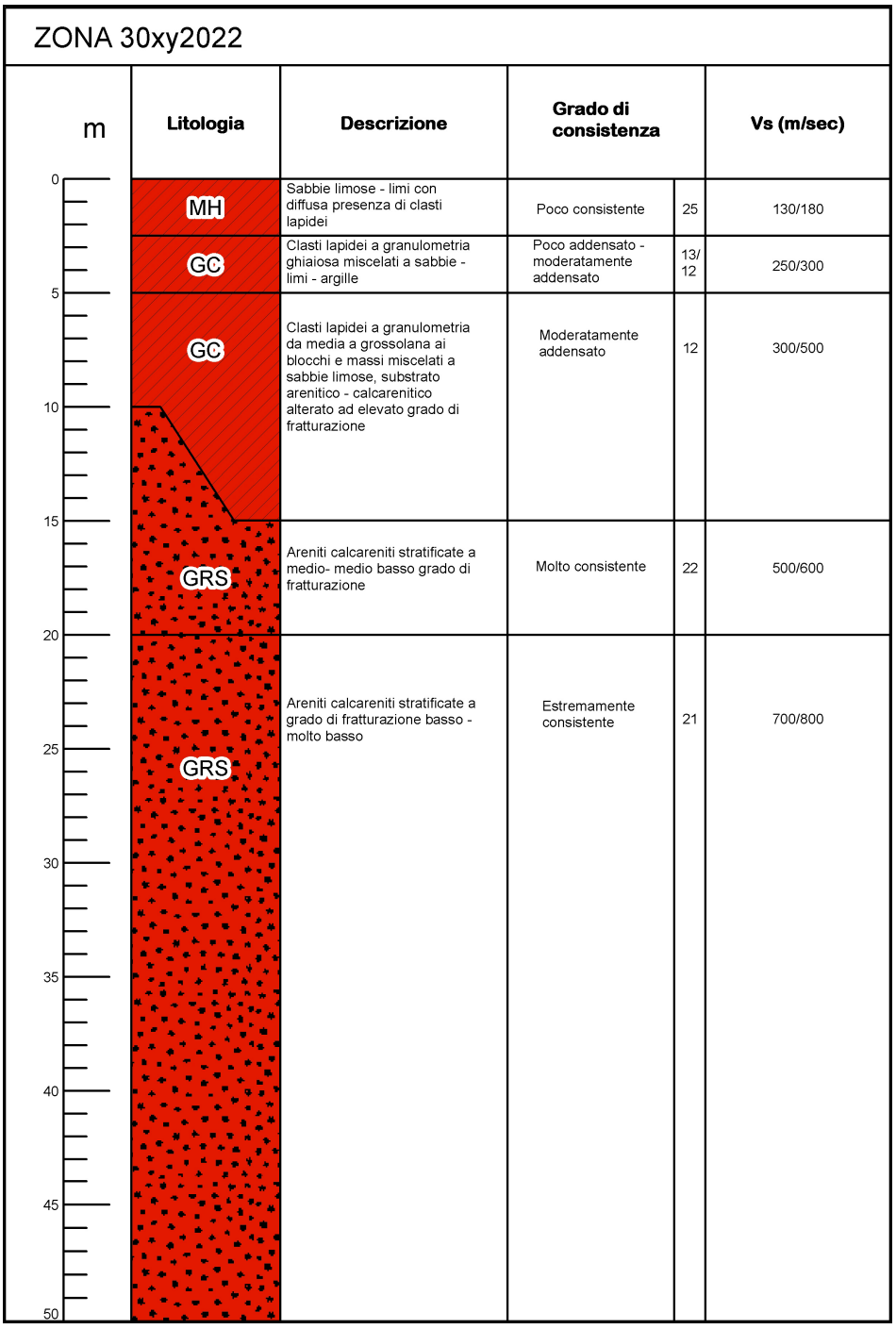
studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico, valutazione del grado di stabilità in condizioni statiche e dinamiche con metodo pseudostatico o dinamico.

microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,9 - 2,0; FH 0,1 - 0,5 sec: 2,1 – 2,2; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,5 – 1,6

FA 0,1 - 0,5 sec: 2,1 - 2,2; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,7 – 1,8; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 – 1,4

Categoria suolo di Fondazione: C –E



30xy 2022 - Accumuli di frana quiescente ad attiva di scivolamento in blocco o DPGV con spessori di 10/15 m, su substrato arenitico – calcarenitico ad elevato grado di fratturazione sino a -10/-15 m pc e media – medio bassa fratturazione da -15 a -20 m pc, bassa – molto bassa fratturazione alle profondità sottostanti; substrato a comportamento non rigido, Vs=700/800 m/sec.

effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche e variazione laterale del grado di rigidezza, instabilità.

studi richiesti: valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafico, valutazione del grado di stabilità in condizioni statiche e dinamiche con metodo pseudostatico o dinamico.

microzonazione sismica: approfondimenti di III° livello; nei casi di pendenza >15° valutazione dell'amplificazione per effetti della topografia.

Fa PGA: 1,9 - 2,0; FH 0,1 - 0,5 sec: 1,9 – 2,0; FH 0,5 - 1,0 sec: 1,4 – 1,6

FA 0,1 - 0,5 sec: 1,9 – 2,1; FA 0,4 - 0,8 sec: 1,5 – 1,7; FA 0,7 - 1,1 sec: 1,3 – 1,4

Categoria suolo di Fondazione: E

13.4.1.1 Sintesi del modello litostratigrafico

Le colonne litostratigrafico – sismiche evidenziano generalmente risentimenti sismici di grado medio, nelle zone in cui prevalgono sia le alternanze arenaceo pelitiche – arenaceo calcaree – marnoso siltose – marnose – marnoso argillose, della Successione Epiligure (CIG – ANT – RAN3 – RAN2– MMP).

In percentuale relativa subordinata si riscontrano aree a risentimento sismico di grado basso in corrispondenza delle rocce prevalentemente arenitiche (PAT – PAT4) e simili valori ma con PGA maggiore di 1 in localizzati siti a sviluppo nastriforme con substrato ad alternanze arenacee con L/P >3 (CIGa – RAN2a – RAN2b).

Un'analoga minore diffusione areale relativa di zone a risentimento sismico medio basso evidenziano le alternanze prevalentemente arenacee – calcarenitiche con L/P>3, arcosiche risedimentate e marne siltoso argillose della Successione Epiligure (CTG1 – CTG2 – CTG – PAT5 – ANT5 – ANT4) e le unità prevalentemente arenitiche soggette ad amplificazioni per effetti della topografia ((PAT – PAT4).

Una moderata distribuzione areale a risentimento sismico di grado medio elevato mostrano le alternanze marnoso calcaree – arenaceo pelitiche del Dominio Ligure (MOH– MOV) ed arenaceo pelitiche poco cementate della Successione Epiligure (LOI).

Le litozone principalmente costituite da brecce argillose – argille – argilliti – alternanze arenaceo pelitiche con A/P <<1, denotano risentimenti sismici di grado medio elevato – elevato e caratterizzano sia le formazioni del Dominio Ligure (AVV – SCB) che quelle della Successione Epiligure (MVT – BAI – BAI4).

Simili risentimenti di grado medio elevato – elevato evidenziano le zone nelle quali sono presenti depositi di versante su substrati prevalentemente marnosi – marnoso argillosi – a brecce argillose ed i depositi eolici su alternanze arenacee – arenaceo pelitiche – marnoso siltose con livelli arenitici.

I depositi di versante su substrati prevalentemente arenacei – ad alternanze arenaceo pelitiche sono contraddistinti da grado di risentimento sismico medio elevato. Analoghi effetti caratterizzano i depositi alluvionali e di conoide su brecce argillose – marne argillose; mentre i depositi alluvionali su alternanze arenaceo pelitiche – arenacee – marnose/marnoso calcaree sono contraddistinti da risentimenti sismici di grado medio.

I depositi eolici con spessori maggiori di 10 m su substrato fratturato o in fascia di faglia sono caratterizzati da risentimenti sismici di grado molto elevato; analoghi effetti mostrano i depositi di versante s.l. che insistono su fasce di faglia.

I corpi di frana sia di tipo attivo che quiescente con spessori di 10÷15 m su substrati a brecce argillose – argillitici – alternanze calcareo marnose, sono contraddistinti da risentimenti sismici di grado elevato; analoghi effetti evidenziano gli accumuli di frana di scivolamento in blocco o DPGV con spessori di 10÷20 m che si sviluppano in substrati arenitici – alternanze arenaceo calcarenitiche.

Simili effetti con grado di risentimento sismico di grado elevato, con valori di amplificazione moderatamente maggiori, presentano gli accumuli di frana con spessori di 6÷8 m e 10÷15 m che si sviluppano in substrati arenitici– alternanze arenacee – alternanze arenaceo pelitiche – marnosi – marnoso pelitici – calcareo marnose.

Le zone con presenza di substrato intensamente fratturato con spessori di 10/20÷>30 m e le fasce con presenza di faglia sono generalmente contraddistinte da grado di risentimento sismico molto elevato – elevato.

L'analisi di insieme della distribuzione delle zone stabili suscettibili di amplificazione locali evidenzia la tendenziale moderata prevalenza delle aree a grado di risentimento sismico medio (34%) rispetto ai risentimenti bassi – medio bassi (31%) ed a quelli medio elevati – elevati (17%); le zone a risentimento elevato – molto elevato contraddistinguono una subordinata ma significativa percentuale (18%).

14 SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il secondo livello, nelle aree comprese negli sviluppi, approfondisce e definisce la suddivisione del territorio delle zone oggetto di microzonazione sismica individuate negli elaborati di primo livello (carta MOPS) con rideterminazione, quando necessario, dei limiti delle zone in base alle condizioni litostratigrafiche e topografiche, spessori ed estensioni dei depositi di versante e dei corpi di frana; in tale contesto, in funzione di un indice quantitativo, è definita l'amplificazione sismica attesa (Tr = 475 anni; ζ = 5%) in questa fase di studio determinata con approccio semplificato utilizzando le tabelle dell'allegato A2.1.1 della DGR 564/2021 e della DGR 476/2021 .

A2.1.1 - APPENNINO

Le tabelle relative al settore appenninico sono il riferimento per la stima semplificata dell'amplificazione stratigrafica nelle aree collinari e montane dell'Emilia-Romagna. Possono essere applicate anche nelle aree di pianura prossime al margine morfologico appenninico-padano dove le coperture detritiche continentali hanno spessore indicativamente non superiore a 50 m.

In caso di **coperture direttamente poggianti su substrato rigido**, ovvero *bedrock* sismico, generalmente caratterizzato da Vs ≥ 800 m/s, si devono usare le seguenti tabelle

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,8	1,7	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
15	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,0
20	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,0
25	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,6	1,5	1,3	1,0
30		1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2
35		1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,4	1,4	1,2
40		1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,4	1,4	1,2
50		1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,4	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **PGA**

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,7	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	2,1	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
15	2,2	2,2	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
20	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1
25	2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1
30		2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2
35		2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,2
50		2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,2

Fattore di Amplificazione **SA1** (0,1s≤T≤0,5s)

Appennino, coperture su substrato rigido

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	2,2	1,8	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	2,8	2,5	1,9	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
25	2,9	2,8	2,4	1,7	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0
30		3,0	2,7	2,0	1,7	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
35		3,1	2,9	2,4	1,9	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
40		3,1	3,0	2,6	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1
50		2,9	2,9	2,7	2,5	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **SA2** (0,4s<T<0,8s)

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	2,0	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25	2,7	1,9	1,5	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
30		2,5	1,8	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
35		3,1	2,3	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0
40		3,4	2,9	1,9	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0
50		3,5	3,3	2,8	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1

Fattore di Amplificazione **SA3** (0,7s≤ T≤1,1s)

Appennino, coperture su substrato rigido

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,5	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	2,1	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	2,4	2,3	2,1	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0
20	2,4	2,4	2,3	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
25	2,4	2,4	2,4	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0
30		2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,1
35		2,3	2,3	2,3	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2
50		2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3

Fattore di Amplificazione **SI1** (0,1s≤T≤0,5s)

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
15	1,6	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	2,6	1,9	1,5	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25	2,9	2,5	1,9	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
30		2,9	2,3	1,6	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0
35		3,2	2,8	1,9	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0
40		3,4	3,1	2,4	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0
50		3,2	3,2	2,9	2,2	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1

Fattore di Amplificazione **SI2** (0,5s≤T≤1,0s)

In caso di **coperture su substrato non rigido**, vale a dire caratterizzato da Vs << 800 m/s, si devono usare le seguenti tabelle

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,3	2,0	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	
10	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,3	1,2	
15	2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	
20	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	
25	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	
30		2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	
35		2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
40		2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
50		1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **PGA**

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,2	1,8	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	
10	2,5	2,3	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	
15	2,5	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	
20	2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,3	
25	2,4	2,4	2,3	2,2	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	
30		2,3	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	
35		2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
50		2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **SA1** (0,1s≤T≤0,5s)

Appennino, coperture su substrato non rigido

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	
10	2,3	1,8	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	
15	2,8	2,3	1,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	
20	3,2	2,9	2,3	1,8	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	
25	3,4	3,2	2,7	2,0	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	
30		3,3	2,9	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,4	
35		3,3	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
40		3,2	3,1	2,7	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	1,2
50		3,0	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3

Fattore di Amplificazione **SA2** (0,4s≤T≤0,8s)

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
10	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
15	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
20	2,4	2,1	1,6	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	
25	3,4	2,5	1,9	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	
30		3,0	2,3	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	
35		3,3	2,7	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,1
40		3,6	3,1	2,2	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
50		3,6	3,4	2,9	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione **SA3** (0,7s≤T≤1,1s)

Appennino, coperture su substrato non rigido

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,1	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	
10	2,6	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	
15	2,7	2,6	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	
20	2,6	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	
25	2,6	2,6	2,5	2,3	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	
30		2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	
35		2,4	2,4	2,3	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2
50		2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3

Fattore di Amplificazione **SI1** (0,1s≤T≤0,5s)

Vs_H (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
10	1,8	1,6	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	
15	2,3	1,9	1,6	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	
20	2,9	2,6	1,9	1,6	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	
25	3,6	3,0	2,3	1,7	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	
30		3,3	2,7	1,9	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	
35		3,5	3,0	2,2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1
40		3,5	3,2	2,6	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
50		3,3	3,3	3,0	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3

Fattore di Amplificazione **SI2** (0,5s≤T≤1,0s)

In caso di **substrato marino non rigido**, cioè caratterizzato da Vs << 800 m/s, **affiorante o subaffiorante** (copertura di spessore inferiore a 3 m) si devono usare le seguenti tabelle

Vs_{30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
PGA					1,9	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1

Fattore di Amplificazione **PGA**

Vs_{30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
SA1					1,9	1,7	1,6	1,4	1,2	1,1
SA2					1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3
SA3					1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2

Fattori di Amplificazione **SA1** (0,1s≤T≤0,5s), **SA2** (0,4s≤T≤0,8s), **SA3** (0,7s≤T≤1,1s)

Vs_{30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
SI1					1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2
SI2					1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3

Fattori di Amplificazione **SI1** (0,1s≤T≤0,5s), **SI2** (0,5s≤T≤1,0s)

Contestualmente alla classificazione del territorio con detta analisi sismica, le elaborazioni individuano le aree soggette alle integrazioni di terzo livello approfondimento, specificando le disamine da eseguire nelle zone suscettibili di instabilità.

14.1 Carta delle indagini

Detto elaborato (Tav 2.1.1–2.1.5, scala 1:5.000) visualizza l'ubicazione delle verticali di indagine geofisica: MASW/Re.Mi. – HVSR, utilizzate per la microzonazione delle aree urbanizzate, di previsto nuovo insediamento, principali infrastrutture, aree oggetto degli sviluppi.

La simbologia e caratteristiche degli elementi riportati in carta, relative ai punti di indagine, sono conformi allo standard di rappresentazione e archiviazione informatica previste nell'allegato della Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (OCDPC n° 344/2016) Standard Versione 4.2 del dicembre 2020.

La carta ubicazione delle indagini geofisiche visualizza i siti delle verticali di indagine effettuate nel territorio, ad integrazione di quelle precedentemente effettuate dallo scrivente (Provincia di Reggio Emilia) e da AA.VV. (n°3) per l'individuazione dei fattori di amplificazione che competono alle varie aree esaminate.

Dette prospezioni coprono il territorio comunale sede dei principali insediamenti urbanizzati secondo una maglia sub quadrata – sub rettangolare con interassi mediamente equivalenti a 500/900 m nelle zone: Capoluogo – Poiago - Cigarello – Sorchio – Riana, Marola – Pignedolo, Branciglia – Pantano, Villa – Valestra – Montelago, interassi di 750/900 m nelle aree: Tincana – Cà de Lanzi – Bebbio, interassi di 1,2 – 1,5 km nel settore tra Lamburana-Campovecchio – Riana e nel territorio tra il crinale M. Valestra – M. Fosola ed il F. Secchia, negli ambiti sede delle principali frazioni: Saccaggio – Pontone – Iatica – Velucciana – Colgliolla – Tapognana, Colombaia di Secchia – Vesallo – Savognatica – Villaprara e nell'area settentrionale orientale di Onfiano.

In funzione dei tipi di substrato e depositi di versante e di frana investigati, rapportati alla modesta differenziazione litotecnica e sismica delle successioni e formazioni che costituiscono il territorio di Carpineti, i parametri sismici riscontrati nelle aree degli sviluppi sono attendibilmente attribuibili anche alle zone dell'extraurbanizzato.

15 CARTE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE – MICROZONAZIONE SISMICA

Le aree oggetto di microzonazione sismica di secondo livello di approfondimento individuano zone a comportamento sismico equivalente, attribuendo alle stesse indici quantitativi che definiscono in base alle condizioni stratigrafiche e topografiche l'amplificazione sismica attesa (Tr = 475 anni; ζ = 5%).

Ad ognuna delle microzone individuate sono assegnati valori dei Fattori di Amplificazione (Fa) degli spettri in termini di pseudovelocità e pseudoaccelerazione determinati mediante gli abachi predisposti dalla Regione Emilia Romagna: Allegato A2.1.1 DGR 564/2021.

In detti abachi i dati di ingresso sono funzione del contesto geomorfologico di riferimento, del tipo di substrato geologico, dello spessore e variabilità laterale delle coperture ove presenti, dello spessore delle unità litotecniche detensionate o fratturate.

Le caratteristiche delle successioni litotecniche e dei valori di Vs che competono alle stesse, compendiate dai relativi valori dei fattori di amplificazione Fa.PGA, $FH_{0.1\text{-}0.5\ s}$, $F_{0.5\text{–}1.0\ s}$, $FA_{0.1\text{-}0.5\ s}$, $FA_{0.4\text{-}0.8\ s}$, $FA_{0.7\text{-}1.1\ s}$, $H_{SM\ 0.1\text{-}0.5\ s}$, riferiti alle microzone individuate, sono visualizzate nelle allegate tavole da 2.1 a 2.7.

Le microzone sono suddivise in

- zone stabili
- zone stabili suscettibili di amplificazione locale
- zone di attenzione per instabilità

Dette zone sono campite in colori diversi e differenti simbologie.

Nelle microzone comprese negli sviluppi con presenza di creste e/o scarpate e di versanti con pendenza maggiore di 15° e altezza superiore a 30 m, sono stati determinati i fattori di amplificazione per effetti della topografia, con le procedure previste al punto 2.5.4.2 e relativi abachi delle *Linee Guida II degli ICMS*; tali parametri sono stati utilizzati come moltiplicatore del fattore di amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche visualizzando nelle carte dei fattori di amplificazione PGA, FH, FA, il valore che congloba detti parametri.

I valori dei fattori di amplificazione di P.G.A., FH, FA, H_{SM} individuati che competono alle microzone determinate, evidenziano comportamenti di risposta sismica differenziati in rapporto alle caratteristiche litologiche, del tipo di coperture e dei loro spessori, del grado di fratturazione del substrato.

Tale diversità si rimarca anche in funzione del grado di rigidezza che contraddistingue il substrato sul quale giacciono le coperture detritiche quaternarie: depositi di versante sl ed eluvio – colluviali, periglaciali, eolici, detriti di falda, ed in concomitanza della presenza degli orizzonti di roccia detensionata/fratturata, con o senza coperture, con spessori di 15÷20/≥25 m che si caratterizzano con accentuate differenze dei fattori di amplificazione.

15.1 Carta dei fattori di amplificazione dell'accelerazione massima orizzontale Fa.PGA

La carta dei fattori di amplificazione PGA/PGA_0, elaborata in base ai punti di indagine eseguiti nel territorio comunale oggetto degli sviluppi che comprendono principali insediamenti urbanizzati ed un loro ampio intorno, visualizzati in Tav. 2.1.1–2.1.5, scala 1:5.000, evidenzia i valori minori: FaPGA≤,1,04, che individuano le zone stabili a luoghi con presenza di coperture con spessori minori di 3 m o substrato detensionato con spessore di 5 m, nella zona settentrionale (Branciglia – Pantano – M. Santa Maria) ed in quella orientale centrale tra Poiago – C. Spdaccini . M. Valestra – Romagnano – M. Ucellara e nella fascia centrale estesa ovest est Rola – Capoluogo – Lamburana – Parciana – Costa di Po; in dette aree il substrato a comportamento rigido: PAT – PAT4, denota un risentimento sismico di grado basso e quindi una pericolosità moderato bassa.

Una modesta parte delle aree esaminate è contraddistinta da FaPGA = 1,1 ÷ 1,4, nelle quali è generalmente presente substrato rigido detensionato nei primi 5/7 m del sottosuolo o substrato non rigido sub affiorante, localmente con presenza di depositi di versante con spessori <3/4 m, formato da areniti (PAT5 – CIGa) o alternanze arenitico pelitiche – marnoso silicee – arenacee – arenaceo conglomeratiche – arenaceo pelitiche: CIG4 – CTG – CTG1 – CTG2 – ANT5 – ANT4 – RAN2a – RAN3b, contraddistinte da risentimenti sismici di grado medio – medio basso ai quali è correlabile una pericolosità moderata.

La prevalente parte delle superfici investigate è caratterizzata da FaPGA=1,5÷1,6 ed è contraddistinta da substrato a comportamento non rigido sub affiorante a zone coperto da depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi addensati con spessori di 5/8 m; tali ambiti sono costituiti da substrati ad alternanze arenaceo pelitiche – marnoso siltose (CIG –RAN2 – RAN3), e da marne – marne argillose subaffioranti (ANT); analoghe caratteristiche sono attribuibili anche alle marne – marne argillose nella parte meridionale orientale (MMP); a detti litotipi sono attribuibili risentimenti sismici di grado medio ai quali è correlabile una pericolosità moderata.

Una percentuale significativa delle aree esaminate è caratterizzata da FaPGA=1,7÷1,8, correlata alla presenza di substrato non rigido o ad alternanze arenacee poco cementate – arenaceo pelitiche – calcareo marnose – marnoso siltose (LOI – MOH – MOV – CIG) alle quali sono attribuibili risentimenti sismici di grado medio elevato correlabile ad una pericolosità medio elevata.

Equivalenti valori dei fattori di amplificazione evidenziano i depositi di versante s.l. su substrati arenacei– arenaceo calcarenitici – ad alternanze arenaceo pelitiche – marnoso siltose (CIG4 – PAT – PAT4 – PAT5 – CTG – CTG**1** – CTG2 – ANT4 – ANT5) ed i depositi alluvionali su substrati a brecce argillose – marnosi/marnoso argillosi (MMP – BAI – BAI4).

Una moderata ma significativa percentuale del territorio è contraddistinta da FaPGA=1,9÷2,0 connessa alla presenza di substrato argillitico – a brecce argillose alternanze pelitico arenacee con P/A≥1 (MVT – BAI – BAI4 – AVV – SCB) principalmente rinvenibili nel settore meridionale orientale della superficie comunale; a dette litozone sono attribuibili risentimenti sismici di grado medio elevato correlabili ad una pericolosità medio elevata; equivalenti valori di FaPGA contraddistinguono le zone con presenza di depositi eolici su

substrati arenitici – ad alternanze arenaceo pelitiche – marne silicee, i depositi di versante sl soggetti ad amplificazioni per effetti della topografia, i corpi di frana di scivolamento in blocco o DPGV e le frane con spessori minori di 8/12÷15 m su substrati a brecce argillose – argilliti – alternanze calcareo marnose.

Le zone con FaPGA≥2,1 alle quali sono attribuibili risentimenti sismici di grado elevato correlabili ad una pericolosità elevata, sono rappresentate da aree nelle quali si riscontrano substrati intensamente fratturati, faglie, depositi di versante con spessori di 10/15 m che rivestono substrati detensionati/intensamente fratturati, le aree nelle quali sono presenti corpi di frana sia attivi che quiescenti generalmente con spessori di 10÷≥15 m; nei casi in cui i corpi di frana coprono substrati marnosi – marnoso siltosi – arenaceo pelitici gli spessori degli accumuli variano tra 5/10 m.

Una modesta ma molto significativa parte della superficie comunale, costituita da depositi di versante – eolici su substrato fratturato o fasce di faglia e aree soggette ad amplificazione per effetti della topografia è caratterizzata FaPGA≥2,3, fanno eccezione quando si sviluppano nei substrati arenacei a comportamento rigido nei quali FaPG=2; a tali aree sono attribuibili risentimenti sismici di grado molto elevato correlabili ad una pericolosità molto elevata.

La distribuzione territoriale dei valori di FaPGA denota un'elevata influenza correlata agli effetti della topografia che determina il passaggio di substrati a risentimento medio a condizioni di risentimenti sismici di grado medio elevato – elevato.

Le zone interessate da grado elevato, oltre alle aree con presenza di frane con spessori maggiori di 10/15 m, caratterizzano principalmente il settore meridionale del territorio, Villaprara – Savognatica e meridionale centro orientale tra San Pietro e Colombaia Secchia, l'area orientale tra Valestra – Torrente La Dorgola – Casteldaldo – la fascia Bebbio – Falbio, la zona di Onfiano.

I settori contraddistinti da risentimenti sismici di grado molto elevato sono irregolarmente diffusi nel territorio comunale; caratterizzano il settore nord occidentale tra il Seminario di Marola e via Dante Alighieri, alcune aree nella zona occidentale centrale tra Costa di Po– Lamburana – Busanella e nella parte centro settentrionale tra Sorchio – Carezza – Croce.

15.2 Carta dei fattori di amplificazione dell'intensità di Housner FH in termini di pseudovelocità nell'intervallo 0.1<T<0.5 sec

La netta prevalenza percentuale, praticamente la totalità, dei fabbricati presenti nel territorio di Carpineti, ad eccezione di una subordinata presenza rappresentata da manufatti stretti e snelli quali campanili o torri, ecc, … e fabbricati ad uso industriale, appartiene al campo dei valori di amplificazione stratigrafica FH: 0,1<T<0,5 sec.

La distribuzione areale dei valori di FH nell'intervallo 0.1<T<0.5 sec. (Tav. 2.2.1– 2.2.5, scala 1:5.000), evidenzia una geometria di zonazione simile/equivalente a quella della FaPGA; come riscontrato per detto parametro anche i valori di FH sono sensibilmente influenzati dalle amplificazioni per effetti della topografia. Quanto esposto concorda con i valori di FH≤1,04

delle zone stabili, riscontrati nelle aree settentrionali di Branciglia – Pantano – Stradella/Ronco, nel settore nord orientale tra Stradella/Ronco – Poiago – C. Spadaccini – Rola – Camminada e la fascia ovest est Bonzano – Capoluogo –Lamburana – M.n Conca, che denotano risentimento sismico di grado basso e quindi una pericolosità moderato bassa.

Una moderata percentuale delle aree esaminate è caratterizzata da FH=1,3÷1,4 nelle quali è presente un substrato a comportamento rigido sub affiorante detensionato, a zone lentiforme, litozone a medio basso grado di fratturazione nei primi 8 m del sottosuolo localmente coperte da depositi di versante con spessore di 3/5 m, formate da alternanze arenitiche – calcarenitiche. Tali valori si rilevano principalmente nelle parti nord occidentali e settentrionali ed in quelle sud occidentali del territorio comunale.

Dette zone sono contraddistinte da risentimenti di grado medio basso ai quali è correlabile una pericolosità moderata.

Un'analoga distribuzione zonale ai valori di FaPGA evidenzia la prevalente parte delle aree investigate per i fattori di amplificazione FH=1,5÷1,6 che caratterizzano substrati a comportamento non rigido (Vs<800 m/sec) marnoso siltosi – marnosi (CIG – ANT – MMP) e calcareo marnoso – arenaceo pelitico – arenaceo a scarsa cementazione (MOV – MOH – LOI) detensionati nei primi 5/10 m, del sottosuolo e/o con presenza di depositi alluvionali con spessori minori di 10 m, localmente substrato rigido o non rigido a medio grado di fratturazione con Vs>450 m/sec sino a -20/-25 m pc.

A tali fattori è correlabile un risentimento sismico di grado medio generalmente corrispondente ad una pericolosità moderata.

Una contenuta percentuale della superficie territoriale, tendenzialmente più rappresentate nella parte meridionale dell'area comunale, è contraddistinta da FA=1,7÷1,8; dette zone sono costituite da substrato a comportamento non rigido di tipo calcareo marnoso – arenaceo pelitico – arenaceo poco cementato ed a componenti coesive a brecce argillose – argilliti; vi appartengono anche i depositi alluvionali e di conoide su substrati coesivi, i depositi di versante con spessori minori di 10/12 m o a zone di 5/7 m seguiti da rocce detensionate per spessori di 5/8 m su substrato arenitico – ad alternanze arenacee ed arenaceo pelitiche – marnoso silicee, i settori di versante soggetti ad amplificazione per effetti della topografia.

Dette aree sono caratterizzate da un risentimento sismico di grado medio elevato correlabile ad una pericolosità moderato elevata.

Una modesta ma significativa percentuale del territorio è contraddistinta da FH=1,9÷2 nella quale sono presenti depositi di versante sl, periglaciali, poco/moderatamente consistenti con spessori maggiori di 10/12 m, che rivestono substrati ad alternanze pelitico arenacee – marnose – marnoso siltose detensionate/fratturate sino a -15/-20 m pc, in settori di versante soggetti ad amplificazioni per effetti della topografia, in aree con corpi di frana di scivolamento in blocco o DPGV; tali ambiti sono contraddistinti da risentimento sismico medio elevato – elevato correlabile a pericolosità medio elevata.

Una ridotta parte delle superficie comunale è caratterizzata da FH=2,1÷2,2 in zone con presenza di corpi di frana con spessori di 8/10 su substrati arenitici e ad alternanze arenaceo pelitiche seguiti da orizzonti di rocce detensionate /fratturate con spessore di 6/8 m, in

accumuli di frana con spessori di 12/15 m seguiti da substrato detensionato/fratturato sino a -20÷-25 m pc su tutti i litotipi, nelle fasce di substrato ad elevato grado di fratturazione.

A tali zone è attribuibile un risentimento sismico elevato correlabile ad una pericolosità elevata.

Una modesta ma molto significativa aliquota delle aree è contraddistinta da FH=≥2,5 in settori con presenza di depositi eolici e/o di versante sl con spessori di 10/7/15 m su substrato fratturato sino a -40/-45 m pc, aree di corpi di frana soggetti ad amplificazione per effetti della topografia, di fasce di faglia. A dette zone è attribuibile un grado di risentimento sismico elevato – molto elevato correlabile ad una pericolosità molto elevata.

La distribuzione territoriale dei valori di FH tra 0,1<T<0,5 sec evidenzia la prevalenza di effetti locali di grado medio nel settore centrale – centro settentrionale del territorio comunale corrispondente alla zona di nucleo della sinclinale di Carpineti. Nelle fasce orientali settentrionali e centrale ovest est (M. Valestra – Capoluogo – Parciana/M.no Conca) di detta struttura i risentimenti sismici sono di grado basso ed al bordo occidentale di grado medio basso in accordo con i litotipi a comportamento rigido o non rigido subaffioranti ivi presenti.

Una principale influenza sull'amplificazione è correlata agli effetti della topografia ed al grado di fratturazione del substrato come evidenziano i valori di amplificazione maggiori di PAT – PAT4 – CIG4 nelle aree nord orientali e orientali in corrispondenza delle fasce di faglia e dei tratti di versante con pendenze maggiori di 15°.

15.3 Carta dei fattori di amplificazione dell'intensità di Housner FH in termini di pseudovelocità nell'intervallo 0,5<T<1,0 sec

I valori di amplificazione relativi minimi, dei medi e dei massimi nell'intervallo FH=0,5÷1,0 sec, (Tav. 2.3.1– 2.3.5. scala 1:5.000) pur differenziandosi nelle entità dei fattori di amplificazione, evidenziano una distribuzione territoriale simile/equivalente alle zone dell'intervallo FH=0,1÷0,5 sec ed a quelle della FaPGA.

Quanto esposto trova riscontro nei minimi: FH ≤1,04 delle zone stabili con presenza di substrato a comportamento rigido (PAT – PAT4 – CIGa – RAN2a – RAN3b) delle aree settentrionali di Branciglia – Pantano e orientali tra Stradella/Ronco e Poiago/Camminada, delle zone centrali di Giavello, S. Prospero, della fascia centrale estesa ovest est Rola – Capoluogo – Lamburana – M.no Conca, delle parti orientali centrali ad ovest di Panzano/Ibatica; in dette zone sono presenti tratti di versante soggetti ad amplificazione per effetti della topografia che attribuiscono ai substrati a comportamento rigido FH=1,1÷1,3.

In funzione della maggior influenza sull'amplificazione delle caratteristiche di rigidezza del substrato roccioso rispetto agli spessori delle coperture, nelle microzone comprese negli sviluppi si riscontra la generale diminuzione dei valori di amplificazione.

In questi ultimi, nell'intervallo FH=0,5÷1,0 sec sono nettamente prevalenti i fattori compresi tra FH=1,2÷1,4 che caratterizzano sia substrati a comportamento non rigido che depositi di versante con spessori <8/10 m, parti di versante con pendenze >15° e accumuli di frana di scivolamento in blocco o DPGV.; tali fattori di amplificazione costituiscono sia la parte centrale e settentrionale che quella meridionale del territorio.

Le zone contraddistinte dai fattori di amplificazione del campo FH=1,5÷1,6 costituiscono una percentuale subordinata e sono presenti in tutta la superfice comunale; detti fattori caratterizzano le aree con presenza di depositi di versante con spessori >10 m su substrato a comportamento non rigido detensionato/fratturato sino a -15/-18 m pc, i corpi di frana con spessori di 8/12÷≥15 m indipendentemente dal tipo di substrato, tratti di versante in litotipi a comportamento non rigido soggetti ad amplificazioni per effetti della topografia.

I valori relativi maggiori FH=1,7÷1,8, che come diffusione del territorio sono praticamente equivalenti a quelli della FaPGA e simili a quelli di FH=0,1÷0,5 sec, si riscontrano in un subordinato numero di zone di ridotte estensioni areali ad eccezione del crinale di Marola; tali parametri caratterizzano principalmente settori di pendio in substrati non rigidi soggetti ad amplificazioni per effetti della topografia, a zone coperti da depositi di versante, quale il crinale di Marola e quelli tra Lamburana – San Biagio – Costa di Po – Riana, quello a sud ovest del Rio Giavello, e nel settore meridionale a nord di Iatica, di ridotte parti di corpi di frana a Spignana, le fasce con presenza di substrato ad elevato grado di fratturazione o faglia che coinvolgono almeno i primi 20/25 m del sottosuolo.

Le fasce di faglia in substrati ad alternanze arenaceo pelitiche – arenitiche presentano FH ≥2,5.

I valori dei fattori di amplificazione nell'intervallo FH=0,5÷1,0 sec, al quale possono appartenere alcuni sporadici manufatti quali campanili, torri, strutture alte e snelle, evidenziano la netta prevalenza territoriale dei risentimenti sismici di grado medio ed in subordine di risentimenti sismici di grado medio basso.

I valori di massimo caratterizzano una percentuale decisamente minore delle aree esaminate. Tra queste ultime assume però importanza di rilievo la zona del settore nord occidentale ad ovest del seminario di Marola nella fascia che si estende assecondando l'incisione del T. Torbido e nella striscia ovest – est tra il Seminario e Campodeloppio contraddistinte da valori di amplificazione FH=2,8; analoghi valori presentano le fasce ovest – est Pignedolo – Costa di Po, altro massimo denota la fascia sud est – nord ovest tra Arati e Rio Torbido nella quale FH>3,4.

15.4 Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudoaccelerazione FA nell'intervallo 0.1<T<0.5 sec

Le distribuzioni territoriali di fattori di amplificazione dell'intensità sismica FA nell'intervallo 0.1<T<0,5 sec (Tav. 2.4.1– 2.4.5, scala 1:5.000) sono molto simili a quelli di FH=0,1–0,5 sec ed evidenzia valori praticamente equivalenti nelle litozone a comportamento non rigido subaffioranti e con presenza di depositi alluvionali su substrati ad alternanze arenaceo pelitiche – marnoso siltosi – marnosi.

Le zone che denotano coefficienti di amplificazioni molto bassi FA≤1,04, che concordemente alle caratteristiche del substrato individuano le aree stabili, similmente agli altri campi di amplificazione FaPGA–FH, contraddistinguono la parte di territorio settentrionale di Branciglia – Pantano – Stradella/Ronco, il settore nord orientale tra Stradella/Ronco – Poiago – C. Spadaccini – Rola – Camminada e la fascia ovest est Bonzano – Capoluogo – Lamburana – M.no Conca, il versante ad ovest di Pianzano – Ibatica.

Dette aree sono costituite da substrato arenitico a comportamento rigido che conferisce agli ambiti sopra elencati risentimenti sismici di grado basso e pertanto da pericolosità moderato bassa.

Una media percentuale delle zone oggetto di microzonazione evidenzia coefficienti di amplificazione medio bassi FA=1,1–1,3, che caratterizzano aree con substrato a comportamento non rigido sub affiorante, localmente con presenza di depositi di versante con spessori <3/4 m, formato da areniti e arenarie conglomeratiche (PAT5 – CIGa – CTG2 – ANT5 – ANT4) e alternanze arenaceo pelitiche – marnoso silicee (CIG4 – CTG – CTG1) o substrati rigidi detensionati nei primi 5/7 m del sottosuolo. Detti ambiti sono contraddistinti da risentimenti sismici di grado medio basso e da pericolosità moderata.

La prevalente parte delle superfici investigate è caratterizzata da FA=1,5÷1,6; tali aree sono costituite da substrato a comportamento non rigido sub affiorante sia ad alternanze arenaceo pelitiche (RAN2 – RAN3) e marnoso siltoso – marnoso – marnoso argilloso (CIG – ANT – MMP) a zone coperti da depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi addensati con spessori di 5/8 m.

Alle aree in narrativa sono attribuibili risentimenti sismici di grado medio ai quali è correlabile una pericolosità moderata.

Una bassa percentuale della superficie territoriale è contraddistinta da FA=1,7÷1,8 sec costituita da substrato a comportamento non rigido sia di tipo coesivo a brecce argillose – argilliti (MVT – BAI – BAI4 – AVV – SCB) che ad alternanze arenacee poco cementate– arenaceo pelitiche – calcareo marnose (LOI – MOH – MOV) e da depositi di versante, depositi alluvionali di conoide su substrati coesivi, con spessori minori di 10 m, da corpi di frana con spessori minori di 6/7 m, da zone ad alternanze arenaceo pelitiche – arenacee soggette ad amplificazione per effetti della topografia.

Dette aree sono caratterizzate da un risentimento sismico medio elevato correlabile ad una pericolosità moderato elevata.

Una subordinata ma molto significativa percentuale delle superfici oggetto di microzonazione è contraddistinta da FA=1.9÷2,0 che caratterizza depositi di versante con spessori di 10/12 m o a zone di 5/7 m seguiti da rocce detensionate sino a -15 m pc, su substrati marnosi – a brecce argillose – argillitici e depositi di versante sl con equivalente potenza su formazioni marnose e calcareo marnose, di depositi periglaciali con spessori di 10/15 m seguiti da substrato detensionato con spessori di 7/10 m su litotipi marnoso pelitici, aree di corpi di frana con potenza di 6/8 m su substrati ad alternanze arenaceo pelitiche – marnose – marnoso silicee e a zone da argilliti, di accumuli di frana di scivolamento in blocco o DPGV, settori di versante soggetti ad amplificazione per effetti della topografia.

Dette aree sono caratterizzate da un risentimento sismico di grado medio elevato correlabile ad una pericolosità moderato elevata.

Un’analoga subordinata ma molto significativa percentuale delle zone esaminate è contraddistinta da FA=2,1÷2,2 e caratterizza principalmente i corpi di frana con spessori di 10/15 m seguiti da litotipi detensionati/fratturati sino a -20/-25 m pc su tutti i tipi di roccia, e substrati fratturati – fasce di faglia in formazioni arenitiche – ad alternanze arenaceo pelitiche.

Gli ambiti con i valori di amplificazione maggiori FA ≥2.3÷2,5 caratterizzano le fasce di faglia soggette ad amplificazioni per la topografia, i depositi eolici con spessori di 10/15 m su

substrato fratturato sino a -40/-45 m pc, i depositi di versante e corpi di frana soggetti ad amplificazioni per effetti della topografia.

La distribuzione territoriale dei valori di FA 0,1<T<0,5 sec. evidenzia la prevalenza di effetti locali di grado medio nel settore centrale – centro settentrionale del territorio comunale corrispondente alla zona di nucleo della sinclinale di Carpineti; nelle fasce ad oriente e ad occidente e a meridione di detta struttura i risentimenti sismici sono di grado basso – medio basso in accordo con i litotipi a comportamento rigido o non rigido subaffioranti ivi presenti.

Analoghe caratteristiche di diffusione evidenzia la parte meridionale del territorio comunale nel quale si riscontra una modesta tendenziale prevalenza degli effetti di grado moderato elevato.

Una principale influenza sull'amplificazione è correlata agli effetti della topografia ed al grado di fratturazione del substrato come evidenziano i valori di amplificazione maggiori di PAT – PAT4 – CIG4 nelle aree nord orientali e orientali in corrispondenza delle fasce di faglia e dei tratti di versante con pendenze maggiori di 15°.

15.5 Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudoaccelerazione Fa.FA nell'intervallo 0,4<T<0,8 sec

I valori dei fattori di amplificazione di intensità sismica nell'intervallo FA tra 0,4<T<0,8 sec (Tav. 2.5.1– 2.5.5, scala 1:5.000) indicano distribuzioni simili a quelle del campo precedentemente descritto FA tra 0,1–0,5 sec evidenziando però una maggiore correlabilità con le caratteristiche litologiche e grado di consistenza del substrato e valori di amplificazione generalmente inferiori.

Analogamente agli altri campi dei fattori di amplificazione le zone contraddistinte dai coefficienti minori FA≤1,04, concordemente alle caratteristiche del substrato e che individuano le aree stabili (PAT – PAT4) caratterizzano la parte settentrionale del territorio aree di Branciglia – Pantano – Stradella/Ronco, il settore nord orientale tra Stradella/Ronco – Poiago – C. Spadaccini – Rola – Camminada e la fascia ovest est Rola/Bonzano – Capoluogo– Lamburana – M.no Conca/Cà Ricco, il versante ad ovest di Pianzano – Ibatica, le fasce a sviluppo nastriforme ed assetto lenticolare di Giavello, Pianlunga, S. Prospero.

Dette aree sono costituite da substrato arenitico a comportamento rigido che conferisce agli ambiti sopra elencati risentimenti sismici di grado basso e pertanto da pericolosità moderato bassa.

La prevalente parte delle superfici investigate è caratterizzata da FA=1,3÷1,4 ; tali zone sono costituite da substrato a comportamento non rigido sub affiorante sia ad alternanze arenaceo pelitiche che arenacee – marnoso siltose – marnose – calcareo marnose – a brecce argillose – argillitiche (CIG – PAT5 – CTG – CTG1 – CTG2 – MVT – ANT – ANT4 – ANT5 – RAN3 – RAN2 – MMP – LOI – BAI – BAI4 – MOH – MOV – AVV – SCB) e in subordine da substrato a comportamento rigido (PAT – PAT4) soggetto ad amplificazioni per effetti della topografia nelle nel quale FA=1,1÷1,3, a zone coperti da depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi addensati con spessori di 5/8 m, e ad esclusione delle litozone marnose – calcareo marnose – a brecce argillose – argillitiche da depositi di versante sl con spessori di 6/12 m.

A detti litotipi sono attribuibili risentimenti sismici di grado medio basso ai quali è correlabile una pericolosità moderata.

Una subordinata percentuale delle aree esaminate è contraddistinta da FA=1.5÷1,6 e delimita le zone con presenza di depositi di versante sl e periglaciali su substrati marnoso siltosi – marnosi – a brecce argillose – sabbiosi a bassa cementazione – calcareo marnosi, di depositi eolici con spessori di 10/12 m su substrati arenitici – ad alternanze arenaceo pelitiche, di accumuli di frana di scivolamento in blocco o DPGV, di versanti soggetti ad amplificazioni per effetti della topografia.

Le aree caratterizzate da FA=1.7÷1,8 sono scarsamente diffuse e caratterizzano principalmente versanti soggetti ad amplificazioni per effetti della topografia a zone coperti da depositi di versante e gli accumuli di frana su substrati a brecce argillose – argillitici – marnosi.

Alle aree sopra descritte è attribuibile un risentimento sismico di grado medio elevato al quale è correlabile una pericolosità medio elevata.

Una subordinata ma molto significativa percentuale delle superfici oggetto di microzonazione è contraddistinta da FA=1.9÷2,0 e caratterizza i corpi di frana su substrati ad alternanze arenaceo pelitiche – marnosi – sabbiosi a bassa cementazione – marnoso calcarei a risentimento sismico elevato correlabile ad una pericolosità elevata.

Le zone che evidenziano i fattori di amplificazione maggiori FA≥2.5÷2,9 caratterizzano le fasce di faglia e depositi eolici su substrato fratturato ai quali sono attribuibili gradi di risentimento sismico molto elevato correlabili a una pericolosità molto alta.

A tale classe sono inoltre attribuibili le aree di materiali contenenti resti di attività antropica.

La distribuzione territoriale dei valori di FA tra 0,4÷0,8 sec indica che l'area in esame è a prevalentemente caratterizzata da un grado di intensità delle amplificazioni medio alla quale è correlabile una pericolosità moderata ed in subordine da intensità medio basse a pericolosità moderato bassa.

Fanno eccezione a ciò i corpi di frana con spessori maggiori di 12/15 m, le zone con coperture su substrato fratturato, le fasce di faglia, alle quali competono amplificazioni di grado elevato e pericolosità molto elevata.

15.6 Carta dei fattori di amplificazione in termini di pseudoaccelerazione FA nell'intervallo 0,7<T<1,1 sec

I valori dei fattori di amplificazione FA nell'intervallo 0,7<T<1,1 sec (Tav. 2.6.1– 2.6.5, scala 1:5.000) indicano distribuzioni territoriali tendenzialmente equivalenti a quelle di FH tra 0,5÷1,0 sec ma con entità dei fattori leggermente inferiori.

Tale intervallo, nel quale prevale decisamente il comportamento sismico del substrato rispetto a quello delle coperture, analogamente agli altri campi dei fattori di amplificazione evidenzia valori di intensità minore FA ≤1,04 per le aree stabili che caratterizzano la parte settentrionale del territorio frazioni di Branciglia – Pantano – Stradella/Ronco, il settore nord orientale tra Stradella/Ronco – Poiago – C. Spadaccini – Rola – Camminada e la fascia ovest est Rola/Bonzano – Capoluogo – Lamburana – M.no Conca, il versante ad ovest di Pianzano –

Ibatica, le fasce a sviluppo nastriforme ed assetto lenticolare di Giavello, Pianlunga, San Prospero.

Dette aree sono costituite da substrato arenitico a comportamento rigido che conferisce agli ambiti sopra elencati risentimenti sismici di grado basso e pertanto da pericolosità moderato bassa.

Valori medio bassi di amplificazione FA=1,2÷1,4 caratterizzano la prevalente parte del territorio di Carpineti: zona centrale e settentrionale e meridionale.

Fattori medi di amplificazione corrispondenti a FA=1,5÷1,6 che nell'area in esame sono presenti in percentuale subordinata, evidenziano una minore presenza nella parte settentrionale del territorio e denotano una media diffusione nel settore comunale meridionale a sud del crinale M. Valestra – Castel San Pietro – M. Fosola; detti fattori contraddistinguono principalmente i corpi di frana con spessori di 10/15 m seguiti da spessori di substrato detensionato corrispondenti 5/10 m su tutte le litozone e settori di versante soggetti ad effetti della topografia, fasce di substrato fratturato riconoscibile in base alle prospezioni geofisiche effettuate sino a -20/-25 m pc.

Fattori medio elevati equivalenti a FA=1,7÷1,8 caratterizzano i depositi eolici su substrato fratturato sino a -40/-45 m pc presenti ad occidente del Seminario di Marola e settori versante soggetti ad amplificazioni per effetti della topografia.

Le zone contraddistinte dai fattori di amplificazione maggiore FA ≥2,8 caratterizzano le fasce di faglia soggette ad amplificazioni per la topografia della zona settentrionale occidentale e centrale occidentale.

La distribuzione territoriale dei valori di FA tra 0,7÷1,1 sec indica che le aeree comprese negli sviluppi sono prevalentemente caratterizzate da un grado di intensità delle amplificazioni di grado medio al quale in funzione di tale intervallo è correlabile una pericolosità moderata.

Fanno eccezione a ciò i corpi di frana con spessori maggiori di 13/15 m, le fasce di faglia soggette ad effetti della topografia, contraddistinte da intensità delle amplificazioni medio elevata alla quale in funzione di tale campo compete una pericolosità molto elevata.

15.7 LIVELLO DI PERICOLOSITA' SISMICA H_{SM}

In funzione dei valori dei fattori, di amplificazione in termini di accelerazione FA e dei parametri della griglia Ag-ASI – INGV sono stati determinati i valori del livello di pericolosità sismica (*Naso et Alii*; 2019) mediante la relazione:

$$H_{SM} = (ASI_{UHS}/\Delta T)\cdot FA$$

nel quale il valore ASI di griglia definito per l'intervallo 0,1<T<0,5 sec e ΔT è corrispondente a 4 sec.

Le classi delle soglie di pericolosità sismica adottate sono riferite a quelle proposte nelle: *Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da amplificazioni, versione 2, 2022, della Commissione tecnica per la microzonazione sismica, adottando le sottoclassi riviste dalla Regine Emilia Romagna, 2022*.

Le classi di H_{SM} sono state determinate in base ai parametri FaFA incrementati dai fattori di amplificazione per effetti della topografia.

15.8 Carta del livello di pericolosità H_{SM} intervallo 0,1<T<0,5 sec

La distribuzione territoriale dei valori di H_{SM} denota un elevato grado di corrispondenza con quelle di FA e FH nell'intervallo 0,1<T<0,5 sec.

Analogamente ai sopracitati campi dei fattori di amplificazione le zone contraddistinte dai coefficienti $H_{SM}\leq 0,35g$ concordemente alle caratteristiche del substrato e che individuano le aree stabili (PAT – PAT4) caratterizzano la parte settentrionale del territorio aree di Branciglia – Pantano – Stradella/Ronco, il settore nord orientale tra Stradella/Ronco – Poiago – C. Spadaccini – Rola – Camminada e la fascia ovest est Rola/Bonzano – Capoluogo–Lamburana – M.no Conca/Cà Ricco, il versante ad ovest di Pianzano – Ibatica, le fasce a sviluppo nastriforme ed assetto lenticolare di Giavello, Pianlunga, S. Prospero.
Dette aree costituite da substrato arenitico a comportamento rigido sono contraddistinte da pericolosità moderato bassa.

La prevalente parte delle superfici investigate è caratterizzata da $H_{SM}=0,39\div 0,54g$; tali zone sono costituite da substrato a comportamento non rigido sub affiorante sia ad alternanze arenaceo pelitiche che arenacee – marnoso siltose – marnose – calcareo marnose – a brecce argillose – argillitiche e da substrato a comportamento rigido soggetto ad amplificazioni per effetti della topografia, da depositi alluvionali ghiaiosi – ghiaioso sabbiosi addensati con spessori di 5/8 m.
A detti ambiti è correlabile una pericolosità moderata.

Una subordinata percentuale delle aree esaminate è caratterizzata da $H_{SM}=0,55\div 0,69g$ e delimita versanti soggetti ad amplificazioni per effetti della topografia, le zone con presenza di depositi di versante sl e periglaciali su substrati marnoso siltosi – marnosi – a brecce argillose – sabbiosi a bassa cementazione – calcareo marnosi, di depositi eolici con spessori di 10/12 m su substrati arenitici – ad alternanze arenaceo pelitiche.

Una subordinata ma molto significativa percentuale delle superfici oggetto di microzonazione è contraddistinta da $H_{SM}=0,56\div 0,68g$ e caratterizza i corpi di frana su substrati ad alternanze arenaceo pelitiche – marnosi – sabbiosi a bassa cementazione – marnoso calcarei e depositi di versante soggetti ad effetti della topografia.
A dette zone è attribuibile correlabile una pericolosità elevata.

Le zone che evidenziano i valori maggiori $H_{SM}=0,89\div 0,98g$ caratterizzano le fasce di faglia soggette ad amplificazioni per effetti della topografia, depositi eolici e di versante su substrato fratturato ai quali è attribuibile una pericolosità molto alta.
A tale pericolosità sono inoltre attribuibili le aree contenenti resti di attività antropica.

16 RISENTIMENTO SISMICO - PERIODO FONDAMENTALE DI VIBRAZIONE PER MACRO-TIPOLOGIE DI FABBRICATI

Le stime dei periodi principali di seguito esposte, indicative per valutazioni di prima approssimazione per manufatti con caratteristiche strutturali omogenee, è stata sviluppata in riferimento sia a misurazioni dirette eseguite con metodo dei microtremori in edifici (effettuate dallo scrivente) ed a rilevazioni con vibrodine eseguite da *Distart UNI BO* accoppiate in simultanea a misurazioni di microtremori effettuate dallo scrivente, al metodo di Analisi Lineare previste dalle vigenti NTC punto 7.3.3.2, ad analisi critica di biografia scientifica in materia.

- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,1 – 0,3 sec:
  ricadono in questo intervallo le tipologie edilizie prevalenti nel settore "civile" realizzate in ca, telaio ca, aventi max 3/4 piani, 2/5 piani per le tipologie in muratura;
- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,3 – 0,5 sec:
  ricadono in questo intervallo le più comuni strutture a telaio in ca a 4/6 piani, e per estensione anche le prefabbricate tipiche del settore produttivo – manifatturiero commerciale/industriale aventi altezza sotto trave inferiore a sette metri;
- Fabbricati aventi periodo di vibrazione compreso nell'intervallo 0,5 –1,0 sec:
  ricadono in questo intervallo le tipologie edilizie a torre tipicamente realizzate a telaio in cls, costruzioni di oltre 6 piani e fabbricati produttivi con altezza sotto trave maggiore di 8 m e/o a più piani, e per estensione magazzini verticali e manufatti alti e stretti quali silos, torri di acquedotto, campanili, ecc.

[2] Si fa riferimento al metodo di Analisi lineare statica previsto dalle vigenti NTC 2018 punto 7.3.3.2

17 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Le documentazioni storiche relative agli eventi sismici passati sono essenzialmente riconducibili ai risentimenti locali del sisma del 09/1920 con epicentro in Garfagnana e del terremoto del 12/2008 ed al sisma del 02/1904 di Marola.

Il primo di questi con magnitudo Mw =6,5 ha indotto crolli e gravi danni vittime e feriti nei comuni a meridione di Carpineti nella zona del crinale tra i quali Fivizzano, Ospitaletto, Ligonchio – Villa Minozzo; in territorio di Carpineti che ha risentito di effetti I_0=7, subirono danni varie abitazioni e vi furono un morto ed un ferito.

Il sisma del 1904 con Mw =4, con epicentro in territorio di Baiso tra Ronchi e Antignola, indusse i massimi effetti: I_0=7 nella frazione di Marola dove caddero quasi tutti i comignoli e causò lesioni gravi in moltissimi edifici anche ben costruiti, distacchi di intonaci.

Il terremoto del 12/2008 con epicentro nell'area parmense non ha indotto danni sui fabbricati presenti nel territorio di Carpineti.

Non essendo disponibili informazioni riguardanti i singoli edifici presenti nel territorio, in considerazione della generale descrizione dei danni in Marola dal confronto con l'analisi di Microzonazione sviluppata, si può ritenere che detti risentimenti sono correlabili principalmente agli effetti di riflessione/rifrazione generatisi nella fascia di faglia ad andamento sud nord circa estesa secondo l'allineamento Campo Dell'Oppio – torrente Tassobio tra il Seminario e Via dante Alighieri e ad effetti per amplificazione topografica, a locali presenze di substrato detensionato con spessori di 10/20 m, di depositi di versante con spessori di 5/12 m, periodi principali dei terreni 0,05÷0,15 sec.

Da quanto esposto ed in rapporto alle tipologie edilizie prevalentemente presenti possono essere indicativamente tratte le stime di seguito esposte:
gli edifici che possono essere soggetti ad un grado di effetti sismici maggiori, relativamente ai fattori di amplificazione, sono quelli con periodo proprio di vibrazione compreso tra:

$$T = 0,1 \div 0,4 \text{ sec}$$

(fabbricati in muratura da 1 a 4/5 piani, telai in CA sino a 4/5 piani che insistono in aree con periodo fondamentale di vibrazione dei terreni

$$T = 0,1 \div 0,5 \text{ sec}$$
$$f_0 = 10,0 \div 2,0 \text{ Hz}$$

Dette stime sono di tipo indicativo e generale poiché i periodi dei fabbricati oltre che dalle geometrie delle strutture sono influenzati in elevato grado dalle loro condizioni statico strutturali.

STUDIO GEOLOGICO CENTROGEO
Dr. Geol. GIAN PIETRO MAZZETTI

18 BIBLIOGRAFIA

NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 218 CASTELNOVO NE' MONTI. ISPRA SGI Ente realizzatore Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G. PAPANI, M. T. DE NARDO, G. BETTELLI, D. RIO, C. TELLINI.

NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 217 NEVIANO DEGLI ARDUINI. ISPRA SGI Ente realizzatore Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di A. CERINA FERRONI, G. OTTRIA, P. VESCOVI, R. CATANZARITI; contributi M.T. DE NARDO, C. TELLINI.

NOTE ILLUSTRATIVE della CARATA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 235 PIEVEPELAGO. ISPRA SGI Enti realizzatori Regione Emilia – Romagna SGSS, a cura di G. PLESI.

NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (2002) alla scala 1:50.000, foglio 234 FIVIZZANO. ISPRA SGI Ente realizzatore Università di Pisa, a cura di A. PUCCINELLI, G. D' AMATO AVANZI, N. PERILLI, B. POLVEROSI.

DGR 564/20121 Delibera della Giunta Regionale del 16/12/2013 "Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione dei contributi di cui all'ordinanza del Capo della Protezione Civile n°52/2013 a favore degli enti locali".

DGR 476/2021 Delibera della Giunta Regionale del 21/12/2015 Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla deliberazione dell'Assemblea legislativa 2 maggio 2007, n. 112. http//demetra.regione.emilia-romagna.it/ o http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/

L. MARTELLI, M. BONINI, L. CALABRESE, G. CORTI, G. ERCOLESSI, F.C. MOLINARI, L. PICARDI, S. PONDRELLI, F. SANI, P. SEVERI; 2016: Carta Sismotettonca Della Regione Emilia Romagna Ed Aree Limitrofe. D.R.E.AM. Italia.

OPCM 3274/2003. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*". G.U. n. 155, 08/05/2003, suppl. ord. N. 72.

DONATELLA FERRI, MARCO MARCACCIO, 2015 Delibera di Giunta Regionale n. 1781, Allegato 5 "Valutazione dello stato delle acque sotterranee - 2010-2013". http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/acque/informazioni/documenti/aggiornamento-del-quadro-conoscitivo-di-riferimento-carichi-inquinanti-bilanci-idrici-e-stato-delle-acque-ai-fini-del-riesame-dei-piani-di-gestione-distrettuali-2015-2021

G. P. MAZZETTI, S. GILLI-CENTROGEO SURVEY; 2022: Microzonazione sismica di Terzo Livello, Piano Urbanistico Generale del Comune di Castelnovo né Monti, R.E.

L. MARTELLI, M. ROMANI; 2013: Microzonazione sismica e analisi della condizione limite per l'emergenza delle aree epicentrali dei terremoti della pianura emiliana di maggio giugno 2012. Relazione Illustrativa, (ordinanza del commissario delegato – presidente della Regione Emilia-Romagna n. 70/2012),

A. FRAULINI, A. MANICARDI, B. MENGOLI C. UGOLETTI, G. P. MAZZETTI; 2013: Riduzione del rischio: esiti della microzonazione sismica nelle carte e norme degli strumenti urbanistici. Atti 32° GNSTS, Trieste.

AA. VV. (2013) Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'appennino Tosco-Emiliano-Romagnolo e Val Padana, Regione Emilia Romagna – Toscana, Università di Siena 1240.

M. LOCATI, R. CAMASSI e M. STUCCHI (a cura di) (2011). BDMI11, *la versione 2011 del Database Microsismico Italiano*. Milano, Bologna, http://Edius.mi.ingv.it/DBMI11

L.MARTELLI, A. MANICARDI, G.P. MAZZETTI, C. UGOLETTI. (2009). PTCP MODENA carte della sicurezza del territorio, riduzione del rischio sismico, carte delle aree suscettibili di effetti locali.

GRUPPO DI LAVORO MS (2008). "*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*". Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd. http//www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15833

A. BARANI et ALII (2008), Integrazioni Per Adeguamento Alla Normativa, Piano Strutturale Comunale, 2008, Carpineti, Reggio Emilia.

A. CAMPISI, M. GUERRA, F. MANENTI, L. MARTELLI, G. P. MAZZETTI (2007) PTCP DI REGGIO EMILIA: rappresentazione della pericolosità sismica locale provinciale e indirizzi per la pianificazione comunale, 26° Convegno Nazionale Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Novembre 2007.

G.P. MAZZETTI (2006), Evoluzione geologica del territorio reggiano, pp. 8-20 in "*Una Provincia allo Specchio: Reggio Emilia*"; Telesio Editrice, Carnate, Milano.

GRUPPO DI LAVORO MS (2008). "*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*". Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd. http//www.protezionecivile.it/cms/view.php?dir_pk=395&cms_pk=15833

C. MELETTI e G. VALENSISE, (2004). Zonazione sismogenetica ZS9-App. 2 al rapporto Conclusivo. In: "*Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCm 3274 del 20 marzo 2003*". Rapporto per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

M. BOCCALETTI – L. MARTELLI – AA. VV. (2004) – Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna. S.E.L.C.A. Firenze

OPCM 3274/2003. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003: "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*". G.U. n. 155, 08/05/2003, suppl. ord. N. 72.

M. PAGANI, A. MARCELLINI, R. DAMINNELLI, L. MARTELLI, G.P. MAZZETTI (2003). Valutazione della pericolosità sismica di Castelnovo ne' Monti, Convegno Nazionale, Gruppo Nazionale di Geofisica della terra Solida, C.N.R., Roma.

SERVIZIO TECNICO DEGLI AFFLUENTI DEL PO Reggio Emilia, R.E.R. (2020) – Sondaggi Meccanici, Stratigrafie catasto pozzi, dati non pubblicati.

G.P. MAZZETTI– NASSER A.Z. – GILLI S. (2003) – Enza the alluvial cone model trough geoelettric prospection, Atti 4th European Congress en Regional Geoscientific Cartography; R.E.R. Ind. Graf. Labanti e Nanni – BO.

AA.VV. (1980-2020) – Rapporti ed indagini geognostiche sul territorio di Carpineti, R.E. Documenti inediti.

M. PANIZZA ET ALII (1978). Geomorfologia dell'area circostante la Pietra di Bismantova; Servizio Geologico d'Italia, vol. XCVII, C.N.R.

P. SCANDONE et ALII (1992) - Struttura geologica, evoluzione cinematica e schema sismotettonico della penisola italiana, Atti, Convegno GNDT.

A. BOSELLINI – E. MUTTI – F. RICCI LUCCHI, (1989) - Rocce e Successioni sedimentarie UTET

AGIP (1986) – Pianura Padana – Interpretazione integrate di dati geofisici e geologici – 73° Congresso SGI 29/07-4/10 1986, Roma.

AGIP (1981) - Subsurface geological structure of the Po Plain. Italy - C.N.R.

A. BOSELLINI (1981) - The emile fault. A jurassic fracture zone that evolved into a Creataceous Paleogene sinistral wrench fault. Boll. Soc. Geol. It.

G. FERRARI – D. POSTPISCHL (1981) - Le scale macrosismiche C.N.R. P.F. Geodinamica. Pubbl. N° 387. Ist. Topografia, geodesia e geofisica Mineraria, Univ. BO

C.N.R. (1980) - Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale - Pubblic. N° 361 ESA Editrice - Roma.

C.N.R. (1979) - Carte preliminari di scuotibilità del territorio nazionale. Pubbl. N° 227 ESA Editrice - Roma

IST. GEOL. UNIV. MO (1978) - Metodologie e primi risultati di neotettonica nel modenese e territori limitrofi. Mem. Soc. Geol. It.

G. CASTANY (1976) – Traitè pratique des eaux souterraines. Dunod, Paris.

J. VANDENBERG J. & A.A.H WONDERS (1976) - Paleomagnetic evidence of large fault displacement around the Po-Basin. Tecnophysics.

ENI (1972) - Acque dolci sotterranee - ENI

ENI (1965) – Enciclopedia del petrolio e del gas naturale, volume VI, Carlo Colombaro Editore.

AGIP (1969) - Italia II - Geologia e ricerca petrolifera; Pianura Padano Veneta; Enciclopedia del petrolio e del gas naturale, ENI

U. LOSACCO (1949) - La glaciazione quaternaria dell'Appennino Settentrionale. Riv. geografia It, 56 (2)